Gabotronics
PO BOX 110332
Lakewood Rch, FL. 34211
www.gabotronics.com

XScopes | Benutzerhandbuch

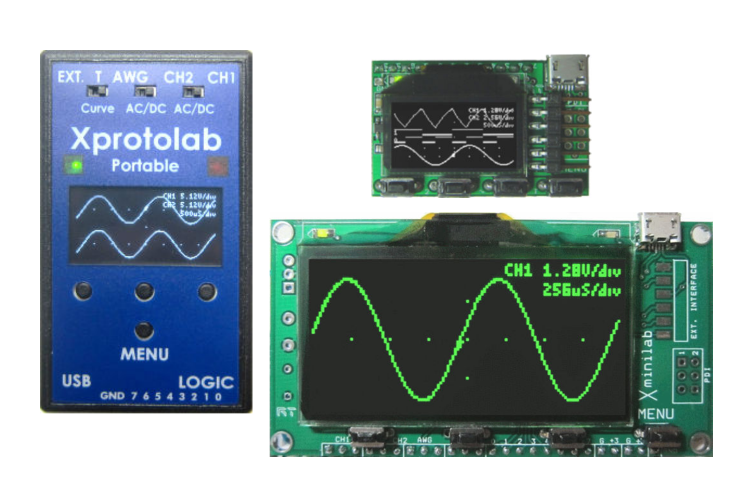


Abbildung 1: Xprotolab-Portable, Xprotolab and Xminilab

Beschreibung:

Die XScopes (Xminilab und Xprotolab) sind eine Kombination von drei verschiedenen elektronischen Instrumenten: Mixed-Signal-Oszilloskop, Arbiträr-Funktionsgenera-tor und Protokoll-Sniffer; alles untergebracht in einem kleinen steckboardfreundlichen Modul. Die XScopes können außerdem als Development-Boards für die AVR XMEGA Microcontroller eingesetzt werden.

Hauptfunktionen:

- **Mixed-Signal-Oszilloskop (MSO)**: Gleichzeitige Ab-tastung von 2 Analog- und 8 Digitalsignalen.
- **Arbiträr-Funktionsgenerator** (Generator für beliebige Wellenformen) mit erweiterten Wobbeloptionen für alle Wellenparameter.
- **Protokoll-Sniffer:** SPI, I^{2}C, UART
- **Erweitertes Triggersystem**: Normal / Single / Auto / Free, mit vielen Triggermodi; einstellbare Triggerpegel und der Möglichkeit, die Signale vor dem Triggerereignis zu sehen.
- **Messgeräte-Modus**: VDC, VPP und Frequenzauslese.
- **XY-Modus:** Zum Darstellen von Lissajous-Figuren, V/I Kennlinien oder Überprüfung der Phasendifferenz zwischen zwei Wellenformen.
- **Spektrum-Analyzer** mit verschiedenen Fenstern und wählbarer vertikaler Protokoll- und IQ Visualisierung.
- **Kanal-Arithmetik**: Addition, Multiplikation, Invertierung, und Durchschnitt.
- **Horizontale und vertikale Cursor** mit automatischen Wellenformmessungen und Wellenformreferenzen.

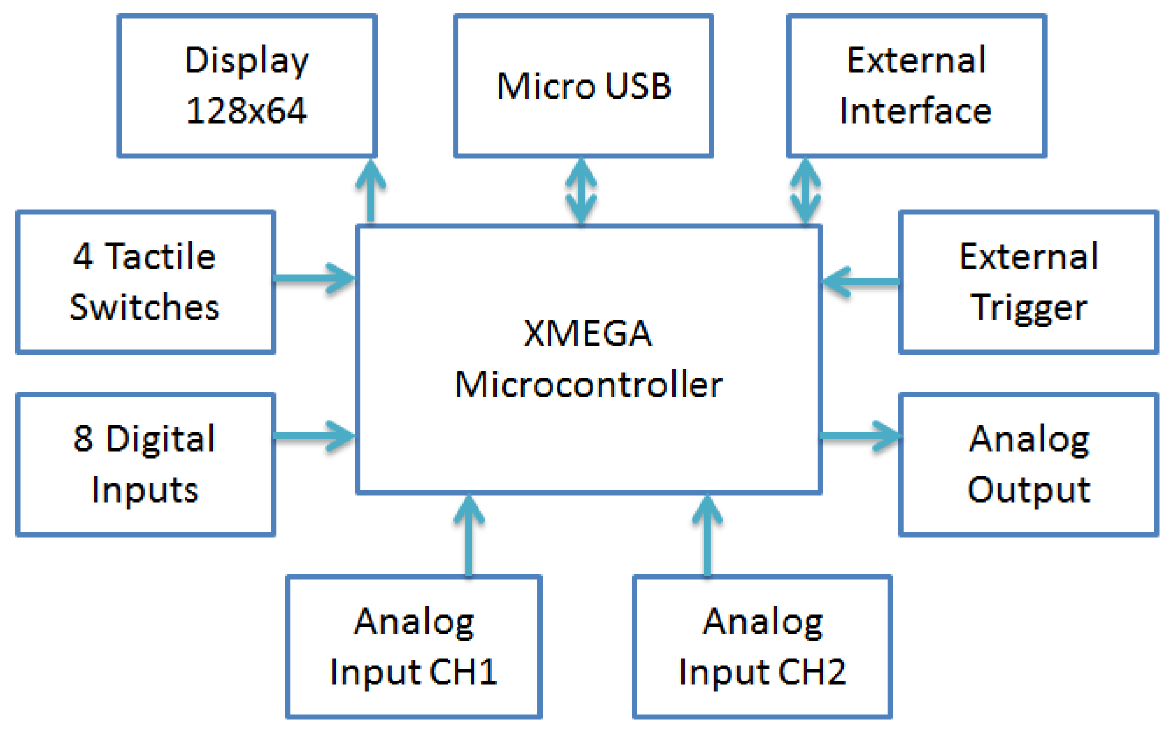



Abbildung 2: XScopes Blockdiagramm

Über dieses Benutzerhandbuch

Dieses Handbuch wendet sich gleichermaßen an Einsteiger und fortgeschrittene Benutzer und bietet eine umfangreiche Informationsquelle für beide Gruppen. Dennoch sollte der Benutzer für das volle Verständnis aller Operationen der XScopes-Module mit der Bedienung eines regulären Oszilloskops vertraut sein.

Die Funktionen, die in diesem Benutzerhandbuch dokumentiert sind, basieren auf der Xminilab Hardware Version 2.1+ oder der Xprotolab Hardware Version 1.7+ mit der Firmwareversion 2.13+.

Begriffserläuterungen

XScope: Xprotolab, Xminilab, Xprotolab-Portable oder Xminilab-Portable.
Portables: Xprotolab-Portable oder Xminilab-Portable
CH1: Analogkanal 1
CH2: Analogkanal 2
CHD: Digitale (logische) Eingänge
Fast Sampling: 10ms/div oder schnellere Zeitbasis
Slow Sampling: 20ms/div oder langsamere Zeitbasis



Hilfreicher Tipp


Technisches Detail

Historie des Benutzerhandbuchs

Version	Date	Notes
1.0	September 2011	Erste Revision
1.1	Dezember 2011	Firmware Upgrade für HW 1.7
1.2	Januar 2012	AWG: Maximalfrequenz auf 125kHz angehoben
1.3	Januar 2012	Vertikale Empfindlichkeit nach Spezifikationen hinzugefügt
1.5	Januar 2012	Einheit der Sekunden von S zu s geändert
1.6	Februar 2012	Diskrepanzen im Interfaceprotokoll korrigiert
1.7	März 2012	Maximale Screen-Refresh Rate hinzugefügt
1.8	Juni 2012	Xprotolab- und Xminilab-Benutzerhandbuch zusammengeführt, neue Features hinzugefügt
1.9	August 2012	Letzte Features dokumentiert
2.0	August 2012	Kapitel mit Beispielen hinzugefügt
2.1	September 2012	Frequenzzähler dokumentiert
2.2	September 2012	Frequenzzähler aktualisiert
2.3	April 2013	Updates des Protokollinterfaces und kleinere Korrekturen
2.4	April 2013	Xprotolab-Portable spezifische Informationen hinzugefügt
2.4	Juni 2013	Übersetzung ins Deutsche

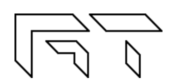
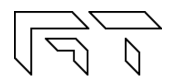
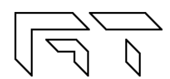
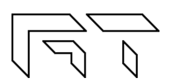
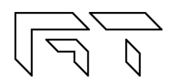


TABLE OF CONTENTS









1. Allgemeiner Überblick





1.1 Xprotolab & Xminilab Anschlussbezeichnung

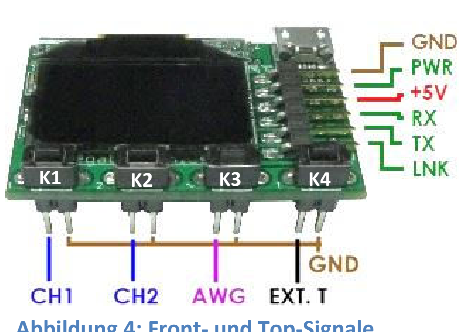


Abbildung 4: Front- und Top-Signale

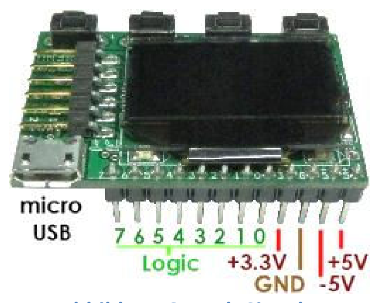


Abbildung 6: Back-Signale

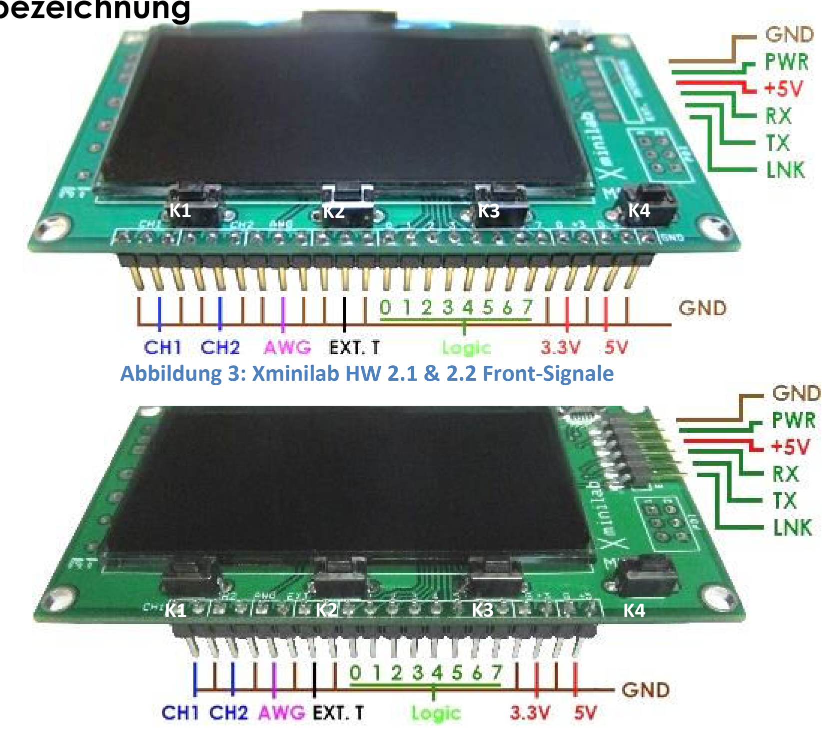
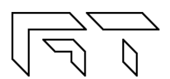


Abbildung 3: Xminilab HW 2.1 & 2.2 Front-Signale

Abbildung 5: Xminilab HW 2.3 Front-Signale

Name	Beschreibung	Kommentar
+5V	+5V Eingangsspannung	Nicht anlegen wenn USB-Port benutzt wird
-5V	-5V Ausgangsspannung	50mA maximaler Ausgangsstrom
GND	Masse	Es wird empfohlen, sämtliche Masse-Pins zu benutzen, um Spannungs-Offset Fehler zu reduzieren.
+3.3V	+3.3V Ausgangsspannung	200mA maximaler Ausgangsstrom
Logic 0	Digitalkanal 0	I^2C Sniffer Signal: SDA
Logic 1	Digitalkanal 1	I^2C Sniffer Signal: SCL
Logic 2	Digitalkanal 2	UART Sniffer Signal: RX
Logic 3	Digitalkanal 3	UART Sniffer Signal: TX
Logic 4	Digitalkanal 4	SPI Sniffer Signal: /SS
Logic 5	Digitalkanal 5	SPI Sniffer Signal: MOSI
Logic 6	Digitalkanal 6	SPI Sniffer Signal: MISO
Logic 7	Digitalkanal 7	SPI Sniffer Signal: SCK
EXT. T	Externer Trigger	Digitaleingang, max. 5.5V
AWG	Arbiträr-Funktionsgenerator	Ausgangsspannungsbereich: +/- 2V
CH2	Analogkanal2	Eingangsspannungsbereich: -14V to +20V
CH1	Analogkanal 1	Eingangsspannungsbereich: -14V to +20V
PWR	Power up output signal	3.3V Signal, 10mA max. Ausgangsstrom
RX	Interface RX Eingang	Verbinde mit TX des Host's
TX	Interface TX Ausgang	Verbinde mit RX des Host's
LNK	Interface link input	3.3V-Level Eingang, mit internem Pull Up

Tabelle 1: Pin-Beschreibung



1.2 Xprotolab-Portable Übersicht

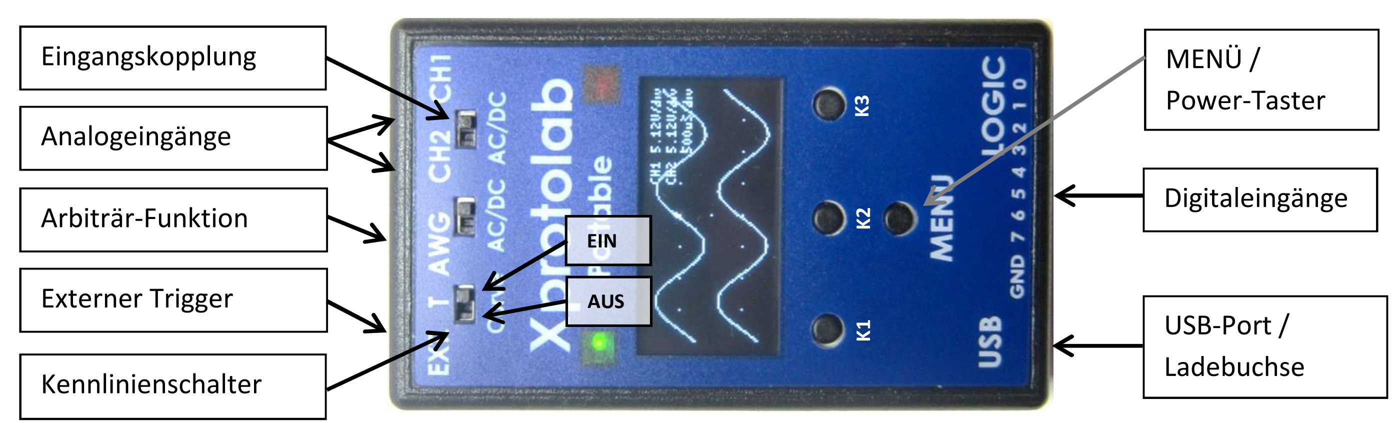


Abbildung 7: Xprotolab-Portable

1.2.1 Eingangskopplungsschalter

Der Kopplungsschalter ist elektrisch platziert zwischen der Eingangsbuchse und dem Eingangsverstärker des Oszilloskops. Der Schalter wählt eine direkte Verbindung für DC- oder AC-Messungen oder eine Verbindung über einen Kondensator für ausschließliche AC-Messungen.

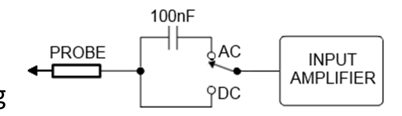


Abbildung 8: Eingangskopplungsschalter

1.2.2 Kennlinienschalter

Dieser Schalter verbindet den AWG mit den Eingangskanälen. Dies ist im Besonderen erforderlich um V/I Kennlinien zu erzeugen. Ein Beispiel zu den Einstellungen des Gerätes für die Kennliniendarstellung ist in Abschnitt 8.5 beschrieben.

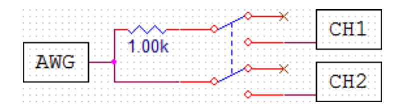


Abbildung 9: Kennlinienschalter

1.2.3 MENU / Power-Taster

Das Gerät wird eingeschaltet, indem der MENU-Taster kurz gedrückt wird. Um es auszuschalten, drücken und halten Sie den MENU-Taster für 2 Sekunden. Einige der Gerätemodi deaktivieren diese Funktion, daher müssen Sie zuerst in den Scope-Modus schalten, um das Gerät ausschalten zu können. Das Gerät wird außerdem ausgeschaltet, wenn der Ausschalt-Timer abläuft (abhängig vom Geräte-Modus).

1.2.4 USB-Port / Ladebuchse

Der USB-Port wird auch benutzt, um das Gerät zu laden (portable Geräte). Dazu kann das Gerät aus- oder eingeschaltet sein. Wenn das Gerät ausgeschaltet ist, kann es in ungefähr 2 Stunden voll aufgeladen werden.



1.3 Spezifikationen

		Xprotolab	Xminilab	Xprotolab Portable	Xminilab Portable
Allgemein	Microcontroller	ATXMEGA32A4U 32KB+4KB Flash, 4KB SRAM, 1KB EEPROM			
	Display Typ	Graphic OLED, 128x64 Pixel, max. Refresh-Rate 122Hz			
	Display Größe	0.96 Zoll	2.42 Zoll	1.3 Zoll	2.42 Zoll
	Display Lebensdauer	10.000 Std. min.	40.000 Std. min.	10.000 Std. min.	40.000 Std. min.
	Gerätegröße	1.615” x 1.01”	3.3” x 1.75”	3.13" x 1.83" 0.7"	noch festzulegen
	Gewicht	8.6 gr	25 gr	60 gr	noch festzulegen
	Interfaces	4 Tastschalter, USB (Micro-USB Buchse), UART, PDI zum Debugging			
	Batterie	N/A		Li-Ion 3.7V 600mAh	noch festzulegen
	Betriebsstrom[1]	40mA bis 60mA	45mA bis 75mA	40mA bis 60mA	45mA bis 75mA
	Standby Strom	3.6mA		1uA	
Logickanalyzer	Logische Eingänge	8 Digitale Eingänge			
	Level log. Eingänge	3.3V ausschließlich		3.3V, 5V tolerant	
	Pull-Wid. Eingang	Keiner, 24kΩ Pull Up, oder 24kΩ Pull Down		820kΩ Pull Down	noch festzulegen
	Max. Sampling Rate	2Msps			
	Puffergröße	256			
	Frequenzzähler	12MHz, 1Hz Auflösung, +/- 100ppm Genauigkeit			
	Sniffer Protokolle	UART, I^2C, SPI			
Oszilloskop	Analoge Eingänge	2 Analoge Eingänge			
	Max. Sampling Rate	2Msps			
	Analoge Bandbreite	200kHz			
	Auflösung	8 bits			
	Eingangsimpedanz	1MΩ			
	Puffergröße	256 auf jedem Kanal			
	Eingangsspannungsbereich	-14V bis +20V			
	Vertikale Empfindlichkeit	80mV/div bis 5.12V/div			
AWG	Analoge Ausgänge	1 analoger Ausgang			
	Max. Umformungsrate	1Msps			
	Auflösung	8bits			
	Puffergröße	256			
	Ausgangsstrom	> +/- 7mA			
	Ausgangsspannung	+/- 2V		+/- 4V	
	Low Pass Filter	44.1kHz		53kHz	

Anmerkung: 1. Der Betriebsstrom schwankt in Abhängigkeit von der Anzahl der auf dem Display dargestellten Pixel.

1.4 Abmessungen

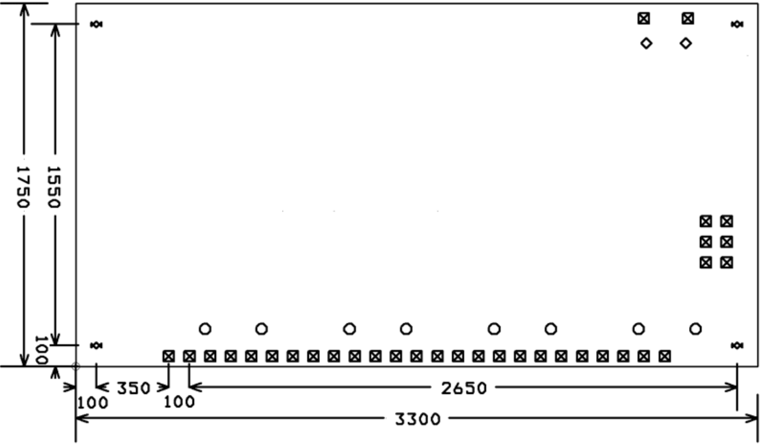


Abbildung 11: Xminilab 2.1 & 2.2 Abmessungen

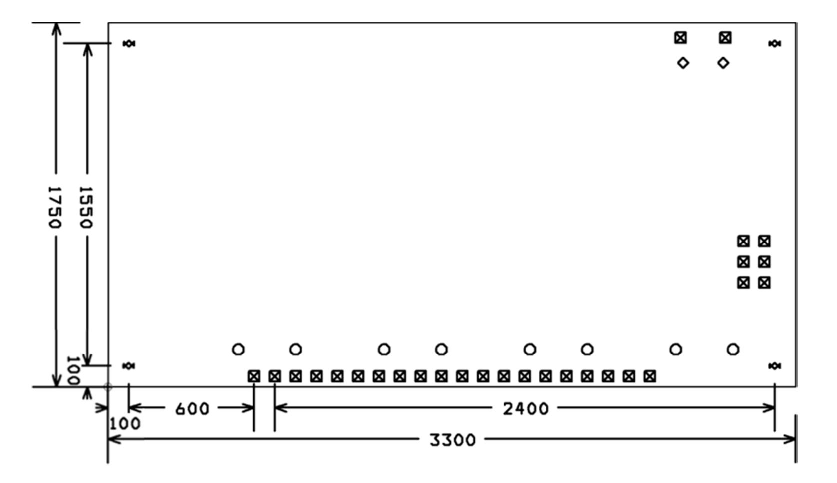


Abbildung 12: Xminilab 2.3 Abmessungen

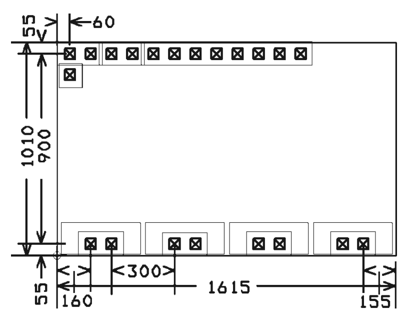


Abbildung 10: Xprotolab Abmessungen

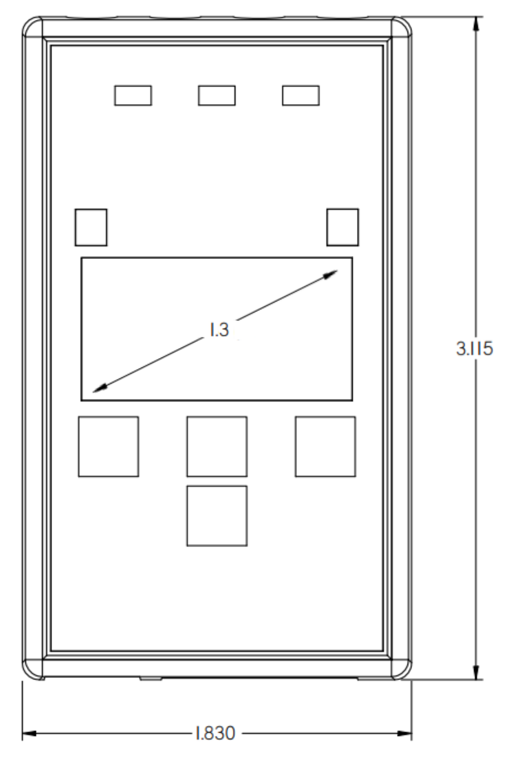


Abbildung 13: Xprotolab-Portable Abmessungen



1.5 Absolute Maximalwerte

	Xprotolab & Xminilab		Portable Varianten		
Parameter	**Minimum**	**Maximum**	**Minimum**	**Maximum**	**Einheit**
Versorgungsspannung (+5V)	-0.5	5.5	N/A (batteriebetrieben)		V
Analoge Eingänge[1]	-30	30	-180	180	V
Digitale Eingänge	-0.5	3.8	-0.5	5.5	V
Externer Trigger	-3.5	6.8	-3.5	6.8	V
Betriebstemperatur	-40	70	-40	70	°C
Lagertemperatur	-40	80	-40	80	°C

Tabelle 2: Absolute Maximalwerte

1. Die Maximalspannung an den analogen Eingängen wurde nur bis zu diesen Werten getestet. Das Gerät könnte höhere Spannungen aushalten, dies wird jedoch aus Sicherheitsgründen nicht empfohlen.

1.6 Werkseinstellungen

Das Gerät kann auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt werden, wenn der MENU-Taster während des Einschaltens des Gerätes gedrückt wird. Die folgenden Optionen sind verfügbar:

1) Offset calibration: Die Einheit wurde vor der Auslieferung kalibriert. Eine erneute Kalibrierung ist erforderlich, wenn die Firmware aktualisiert wurde. Während der Kalibrierung sind zwei Graphen auf dem Display zu sehen, die die Kalibrierung auf den beiden Kanälen repräsentieren.
2) Shut off timeout: Setzt die Zeit bis zum Ausschalten des Gerätes nach dem letzten Tastendruck. Bei den nicht-portablen Geräten wird das Display ausgeschaltet und der Microcontroller in den Standby-Modus versetzt.
3) Restore defaults: Wählen Sie diese Funktion, wenn Sie die Werkseinstellungen wiederherstellen möchten. Es gibt sehr viele Einstellmöglichkeiten des Gerätes und wenn Sie damit nicht sehr vertraut sind, ist diese Funktion hilfreich, wenn Sie das Gerät in einen vordefinierten Status versetzen möchten.

1.7 Schnellstartanleitung

- Nehmen Sie das Gerät aus der Verpackung. Entfernen Sie den transparenten Schutz auf dem Display.
- Schalten Sie das Gerät ein. Die nicht-portablen Geräte können über den USB-Anschluss oder über eine ext. Stromversorgung versorgt werden, indem eine Spannung von +5V an den entsprechenden Pin gelegt wird. Prüfen Sie die Verbindungen genau, weil das Gerät unweigerlich beschädigt wird, wenn Sie die Stromversorgung an den falschen Pin anschließen! Die portablen Varianten werden mit dem MENU-Taster eingeschaltet.
- Verbinden Sie den AWG-Pin mit CH1. Bei den portablen Varianten können Sie stattdessen den Kennlinienschalter einschalten.
- Die Taster sind bezeichnet mit K1, K2, K3 und K4 (von links nach rechts). K4 ist der Menü-Taster.
- Drücken und halten Sie den K1-Taster (Auto Setup). Das Display sollte aussehen wie in Abbildung 14.
- Durch Druck auf Taster K2 oder K3 kann die Sampling Rate (Abtastrate) geändert werden.

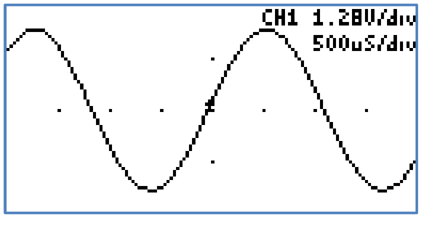
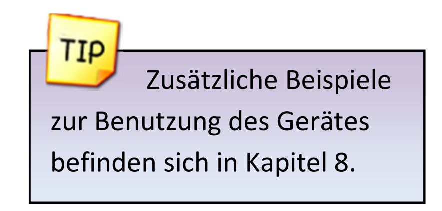


Abbildung 14: Schnellstart





1.8 Benutzerinterface

Der K4-Taster ist der MENU-Taster, um durch alle Menüs zu navigieren. Die Funktion der Taster K1 - K3 richtet sich nach dem gerade aktiven Menü. Die grünen Pfeile zeigen an, welches Menü aktiviert wird, wenn der MENU-Taster gedrückt wird. Wenn der MENU-Taster beim letzten Menü gedrückt wird, werden die Einstellungen des Gerätes gesichert und es geht wieder zurück zum Standardmenü. Abbildung 15 zeigt die Hauptmenüs in blauer und einige Untermenüs in gelber Farbe. Weitere Verzweigungen werden in den jeweiligen Kapiteln dargestellt.

Horizontal Menu (no menu shown)	
K1	Stop acquisition
K2	Decrease Sampling Rate
K3	Increase Sampling Rate
K2+K3	Center Horizontal
Long K1	Auto Setup

Vertical Menu	
K1	CH1 menu
K2	CH2 menu
K3	Logic Inputs Menu

Logic Inputs Menu	
K1	Toggle Logic on/off
K2	Select inputs
K3	Protocol Sniffer

Trigger Menu	
K1	Trigger Type Menu
K2	Trigger Source Menu
K3	More trigger options

Cursor Menu	
K1	Vertical Cursors
K2	CH1 Horizontal Cursors
K3	CH2 Horizontal Cursors

Mode Menu	
K1	Set Scope mode
K2	Set Meter mode
K3	Set FFT mode

Display Menu	
K1	Persistent display
K2	Toggle Line / Pixel
K3	Show scope settings

Miscellaneous Menu	
K1	Enter Cursor Menu
K2	Enter Display Menu
K3	Enter AWG Menu

AWG Menu 1	
K1	Waveform Type
K2	Sweep Options
K3	Adjust Frequency

Save Settings

TIP: Wenn Sie während der Navigation durch Menüs den Überblick verlieren, können Sie jederzeit zurück, indem Sie einige Male den MENU-Taster drücken.

TIP: Ein grüner Pfeil → zeigt an, welches Menü aktiviert wird, wenn der MENU-Taster gedrückt wird.

Abbildung 15: Hauptmenüs

1.9 Einstellungen abspeichern

Alle Einstellungen werden im nicht-flüchtigen Speicher nur beim Verlassen des letzten Menüs gespeichert. Diese Methode reduziert die Anzahl der Schreibzyklen in das EEPROM des Microcontrollers. The Einstellungen werden nicht gespeichert, wenn die Versorgungsspannung unter 3.15V liegt.

2. Mixed-Signal-Oszilloskop



Das XScope ist ein Mixed-Signal-Oszilloskop; es hat 2 analoge und 8 digitale Kanäle. Dieses Kapitel befasst sich mit den analogen Signalen. Informationen über die digitalen Kanäle folgen in Kapitel 3.

2.1 Horizontale Einstellungen

Die horizontalen Einstellungen werden über das voreingestellte Menü gewählt. Das Menü ist dargestellt in Abbildung 16.

Horizontal Menu (no menu shown)	
K1	Stop acquisition
K2	Decrease Sampling Rate
K3	Increase Sampling Rate
K2+K3	Center Horizontal
Long K1	Auto Setup

Explore Wave	
K1	Continue acquisition
K2	Explore wave -
K3	Explore wave +

Abbildung 16: Horizontal-Menüs

2.1.1 Zeitbasis

Die Zeitbasis kann variiert werden von 8µs/div bis 50s/div. Tabelle 4 zeigt alle möglichen Zeitbasen. Eine Zeiteinteilung besteht aus 16 Pixeln. Besipiel: 8µs / division = 8µs / 16 Pixel → 500ns / Pixel.

Zeitbasis (s / div)												
	Fast	*8µ	16µ	32µ	64µ	128µ	256µ	500µ	1m	2m	5m	10m
	Slow	20m	50m	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50

Tabelle 3: Zeiteinteilung *Bis zu 8µs/div, CH2 ist nicht angezeigt.

2.1.2 Technische Details



Es gibt zwei verschiedene Methoden der Abtastung: Fast Sampling und Slow Sampling.

- **Fast Sampling** (10ms/div oder schneller): Der Puffer wird mit den erfassten Abtastwerten gefüllt, anschließend werden sie auf dem Display dargestellt.
  - Pre-trigger Sampling (Abtastwerte vor dem Trigger anzuzeigen) ist nur mit Fast Sampling möglich.
  - Nur 128 Abtastwerte sind gleichzeitig sichtbar, Variieren der horizontalen Position erlaubt das Erforschen des gesamten Puffers.

- **Slow Sampling** (20ms/div oder langsamer): Einzelne Abtastwerte werden erfasst und gleichzeitig dargestellt.
  - Der ROLL-Modus (Wellenform scrollt nach links während der Erfassung) ist nur mit Slow Sampling möglich.
  - Alle 256 Abtastwerte sind auf dem Display sichtbar (jede vertikale Linie hat mindestens zwei Abtastwerte).

2.1.3 Explore Wave

Die horizontale Position kann auf der Fast Sampling Zeitbasis verändert werden. Es werden 256 Abtastwerte für jeden Kanal erfasst, aber nur 128 dargestellt. Wenn die Erfassung gestoppt wird, kann der volle Puffer mit der K2- und K3-Taste erkundet werden. Gleichzeitiges Drücken von K2 und K3 im voreingestellten Menü zentriert die horizontale Position.

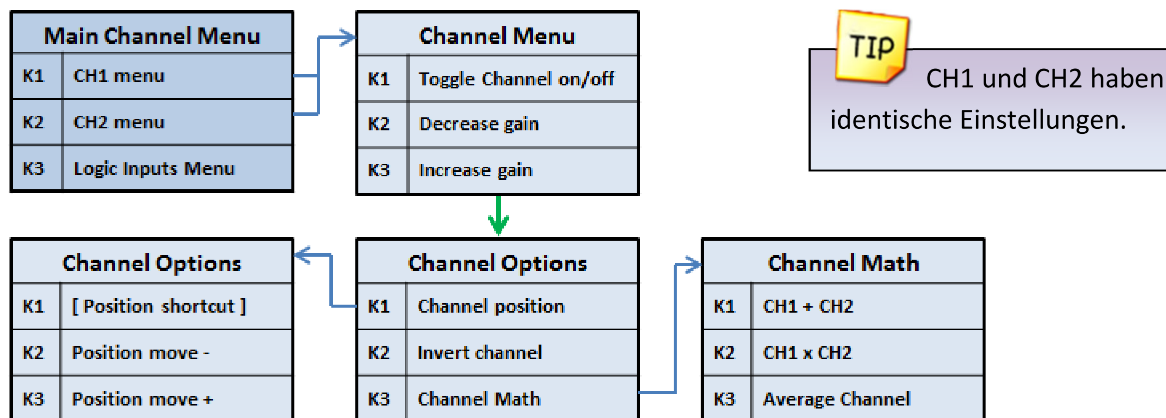
Bei Auswahl des XY-Modus kann der Graph vertikal bewegt werden (Abschnitt 2.4.1.3).

2.1.4 Auto Setup

Das Auto Setup Feature versucht, für die an CH1 und CH2 angelegten Signale die optimale Kanalverstärkung und Zeitbasis zu finden.

2.2 Vertikale Einstellungen

Die analogen Kanaleinstellungen werden in diesem Abschnitt angesprochen. Abbildung 17 zeigt die Vertikal-Menü Einstellungen.



TIP CH1 und CH2 haben identische Einstellungen.

Abbildung 17: Vertikalmenüs

2.2.1 Disable Channel

Jeder Kanal kann deaktiviert werden; dies macht die Displayanzeige übersichtlicher.

2.2.2 Channel Gain

Tabelle 5 zeigt die möglichen Verstärkungseinstellungen für die Analogkanäle. 1 Verstärkungsabschnitt enthält 16 Pixel. Die Stromverstärkungseinstellungen für die Analogkanäle werden im oberen rechten Abschnitt des Displays angezeigt (Wenn die SHOW Einstellung des Displays eingeschaltet ist).

Verstärkungseinstellungen (Volt / Division)
5.12
2.56
1.28
0.64
0.32
0.16
80m

Tabelle 4: Verstärkungseinstellungen

2.2.3 Channel Position

Die Position der Kurve kann über das „Channel position"-Menü nach oben oder unten verschoben werden.

2.2.4 Channel Invert

Der Kanal kann invertiert werden. Die angezeigte Wellenform und Kanalberechnungen werden beeinflusst.

2.2.5 Channel Math

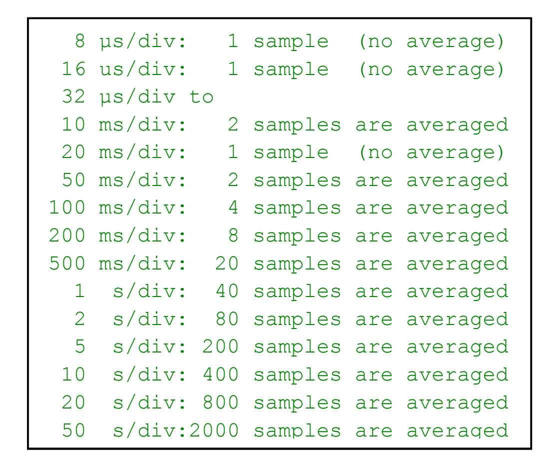
- Subtraktion: Die Signalkurven werden durch die Differenz ersetzt.
- Multiplikation: Signalkurven werden durch das Produkt ersetzt.
- Average: Die Abtastwerte werden gemittelt um Alias-Effekte zu reduzieren. (siehe Abbildung 18).

Channel Math Beispiele:



Abbildung 20: Zwei Signale Abbildung 19: CH1+CH2 Abbildung 18: CH1xCH2

TIP Um CH1+CH2 anzuzeigen, invertieren Sie zuerst CH2 und wählen anschließend die SUBTRACT Funktion.



```
  8 µs/div:   1 sample  (no average)
 16 us/div:   1 sample  (no average)
 32 µs/div to
 10 ms/div:   2 samples are averaged
 20 ms/div:   1 sample  (no average)
 50 ms/div:   2 samples are averaged
100 ms/div:   4 samples are averaged
200 ms/div:   8 samples are averaged
500 ms/div:  20 samples are averaged
  1  s/div:  40 samples are averaged
  2  s/div:  80 samples are averaged
  5  s/div: 200 samples are averaged
 10  s/div: 400 samples are averaged
 20  s/div: 800 samples are averaged
 50  s/div:2000 samples are averaged
```

Abbildung 21: Anzahl der Abtastwerte gemittelt durch Einschalten der AVERAGE Option. Die Sampling Rate des Gerätes ist normalerweise höher als für gemittelte Abtastwerte benötigt wird.



2.3 Trigger Einstellungen

Das XScope hat ein fortschrittliches Triggersystem. Es hat eine große Anzahl von Triggerfunktionen, wie sie auch professionelle Oszilloskope haben. Abbildung 22 zeigt die Triggermenüs.

Trigger Type Menu	
K1	Toggle Free / Normal
K2	Single Trigger
K3	Toggle Free / Auto

Trigger Mode Menu	
K1	Set Window Mode
K2	Set Edge Mode
K3	Set Slope Mode

Trigger Menu	
K1	Trigger Type Menu
K2	Trigger Source Menu
K3	More Trigger Options

More Trigger Options	
K1	Trigger Mode Menu
K2	Post Trigger
K3	Trigger Hold

Post Trigger	
K1	[Post Trigger]
K2	Decrease # of samples
K3	Increase # of samples

Trigger Source Menu	
K1	CH1 is Source
K2	CH2 is source
K3	Logic input is source

Adjust Trigger Level	
K1	[Trigger level]
K2	Decrease trigger level
K3	Increase trigger level

Trigger Hold	
K1	[Trigger level]
K2	Decrease trigger Hold
K3	Increase trigger Hold

Logic Trigger Select 1	
K1	External Trigger
K2	Bit 0
K3	Bit 1

Logic Trigger Select 2	
K1	Bit 2
K2	Bit 3
K3	Bit 4

Logic Trigger Select 3	
K1	Bit 5
K2	Bit 6
K3	Bit 7

Abbildung 22: Triggermenüs

2.3.1 Trigger Typen

Es gibt vier verschiedene Triggertypen, die die Anzeige der Kurve auf dem Display bestimmen:

- **Normal**: Triggern nur nach Eintreten des Triggerereignisses.
- **Single**: Einmaliges Triggern, wenn das Triggerereignis eintritt.
- **Auto**: Das Signal wird angezeigt, wenn das Triggerereignis eintritt oder nach einem Timeout.
- **Free**: Das Signal wird kontinuierlich ohne Rücksicht auf das Triggerereignis angezeigt.



2.3.2 Trigger Modi

Es sind drei Trigger-Modi verfügbar: Edge (Flanke), Window, und Slope. „Edge“ und „Slope“ haben eine auswählbare Richtung, die im „Adjust Trigger Level”-Menü geändert werden kann, indem der Triggerpegel auf- oder abbewegt wird.

- **Edge Trigger**: Die Auslösung erfolgt, wenn das Signal den Triggerpegel in einer bestimmten Richtung durchläuft, auf dem Display dargestellt – (als aufsteigender ( ), absteigender ( ) oder doppelter Pfeil ( ).
    - **Rising Edge**: Die Auslösung erfolgt, wenn das Signal den Triggerpegel von unten nach oben durchläuft.
    - **Falling Edge**: Die Auslösung erfolgt, wenn das Signal den Triggerpegel von oben nach unten durchläuft.
    - **Dual Edge**: Die Auslösung erfolgt, wenn das Signal den Triggerpegel in beliebiger Richtung durchläuft. Um den „Dual Edge“-Modus auszuwählen, deaktivieren Sie „Window“, „Edge“, und „Slope“ im „Trigger Mode Menu”, das Triggerzeichen ändert sich in einen Doppelpfeil:

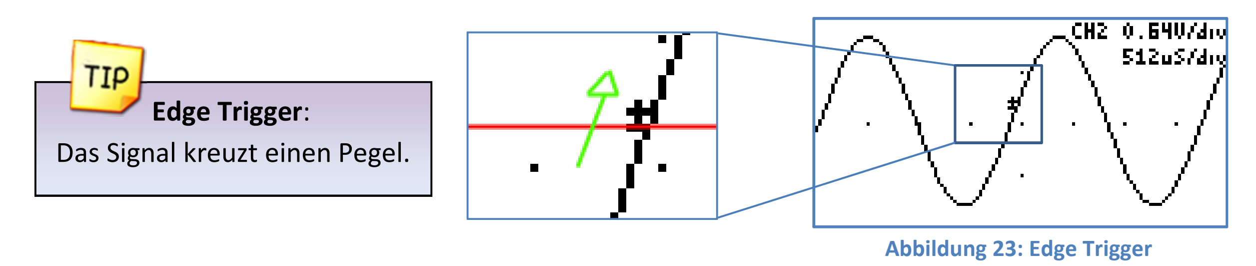


Abbildung 23: Edge Trigger

- **Window Trigger**: Die Auslösung erfolgt, wenn das Signal einen Spannungsbereich verlässt. Dieser Modus ist nützlich um Über- oder Unterspannung zu erfassen. Zwei Pfeil-Triggermarken markieren die Fensterbegrenzungen.

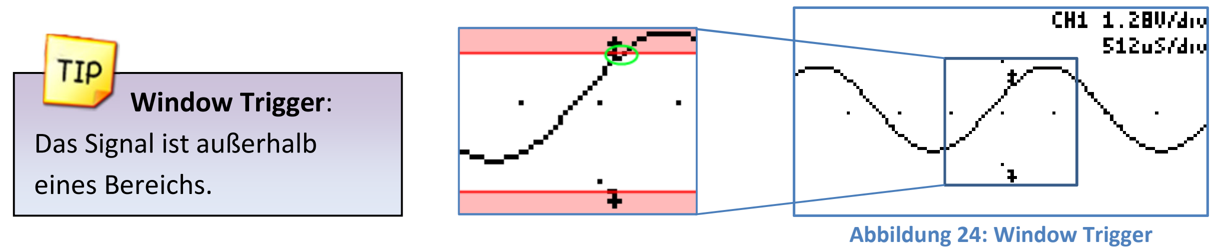


Abbildung 24: Window Trigger

- **Slope Trigger**: Die Auslösung erfolgt, wenn die Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abtastungen größer oder kleiner als ein vordefinierter Wert ist. Dies ist hilfreich, um Spitzen oder Hochfrequenzsignale zu entdecken. Die Triggermarke wird auf dem Display angezeigt als zwei dünne Linien mit einem Abstand proportional zum Triggerwert.

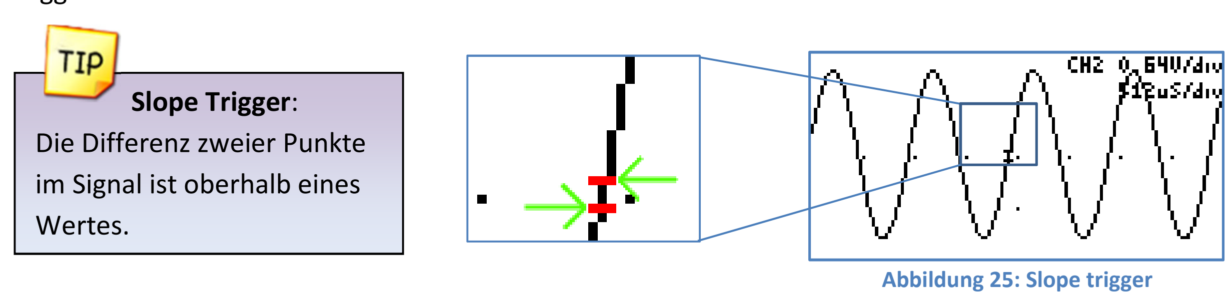


Abbildung 25: Slope trigger

2.3.3 Trigger Hold

Mit „Trigger Hold“ kann man die Zeitspanne zwischen der Detektierung der gewünschten Triggerflanken der Impulsfolge einstellen. Dies ist hilfreich, wenn im Signal mehrere Triggerevents kurz hintereinander auftreten und man nur auf den ersten triggern lassen möchte.

2.3.4 Post Trigger

Das Oszilloskop nimmt kontinuierlich Werte in einen Ringpuffer auf. Wenn ein Triggerevent auftritt, werden weitere Werte aufgenommen, spezifiziert durch den „Post Trigger“-Wert. Die Möglichkeit, Signale vor oder nach dem Trigger anzusehen, ist eins der mächtigsten Features eines digitalen Sampling-Oszilloskops. Der „Post Trigger“ ist nur in den schnellen Fast-Sampling Raten verfügbar.

Abhängig von den „Post Trigger“-Settings können unterschiedliche Teile der Signalfolge angezeigt werden, siehe das Signal in Abbildung 26:

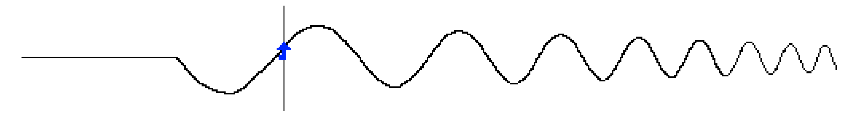


Abbildung 26: Sample Signal

Sogar wenn das Sample im Puffer relativ klein ist, kann jeder Abschnitt durch Variieren des „Post Trigger“-Wertes analysiert werden. Beispiele:

- Post Trigger = 0 (nach dem Trigger werden keine Signale mehr erfasst).
  Nur die vor dem Triggerevent erfassten Signale werden dargestellt.



Abbildung 27: Post Trigger Wert gleich Null

- Post Trigger = 50% des Sample Puffers (Voreinstellung).
  Der halbe Puffer zeigt Werte vor dem Triggerereignis,
  die andere Hälfte Werte danach.

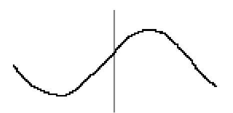


Abbildung 28: Post Trigger = 50% des Wertepuffers

- Post Trigger = 100% des Sample Puffers
  Nur Signale unmittelbar nach dem Triggerereignis werden dargestellt.

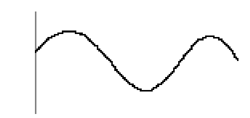


Abbildung 29: Post Trigger = 100% des Puffers

Der aktuelle „Post Trigger“-Wert kann zwischen 0 and 32768 Samples variieren, so dass das Signal auch weit nach dem Triggerevent untersucht werden kann. Allerdings verlangsamt eine hoher „Post Trigger“-Wert die Refresh Rate des Oszilloscops.

2.3.5 Trigger Source

Jeder analoge oder digitale Kanal kann die Triggerquelle sein. Wenn ein Digitalkanal gewählt wurde, sind der Slope- und Window-Modus nicht verfügbar, das Gerät benutzt Edge-Triggerung. Der externe Triggereingang ist eine zusätzliche digitale Triggerquelle, deren Spannung bis zu 5.5V betragen darf.

2.4 Gerätemodi

Es können vielfältige Gerätemodi gewählt werden. Die Menüs in Abbildung 30 zeigen die Möglichkeiten „Scope Mode", „Meter Mode" oder „Spektrum-Analyzer Mode" (FFT). Ein anderer Gerätemodus ist „Protokoll Sniffer", der in Abschnitt 3.7 behandelt wird.

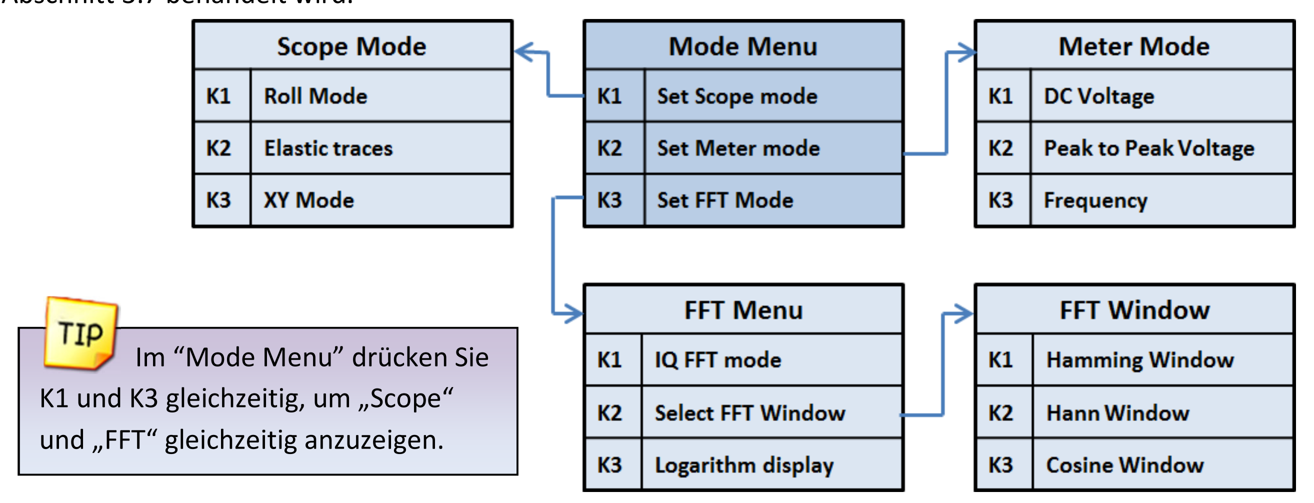


Abbildung 30: Gerätemodus-Menüs

2.4.1 Scope Mode

Dies ist der voreingestellte Modus des XScopes. Die 2 analogen und 8 digitalen Kanäle werden gleichzeitig abgetastet. Jeder dieser 10 Kanäle kann auf dem Display angezeigt werden. Abbildung 31 zeigt den Oszilloskopmodus und die verschiedenen Abschnitte des Displays im Deteil.

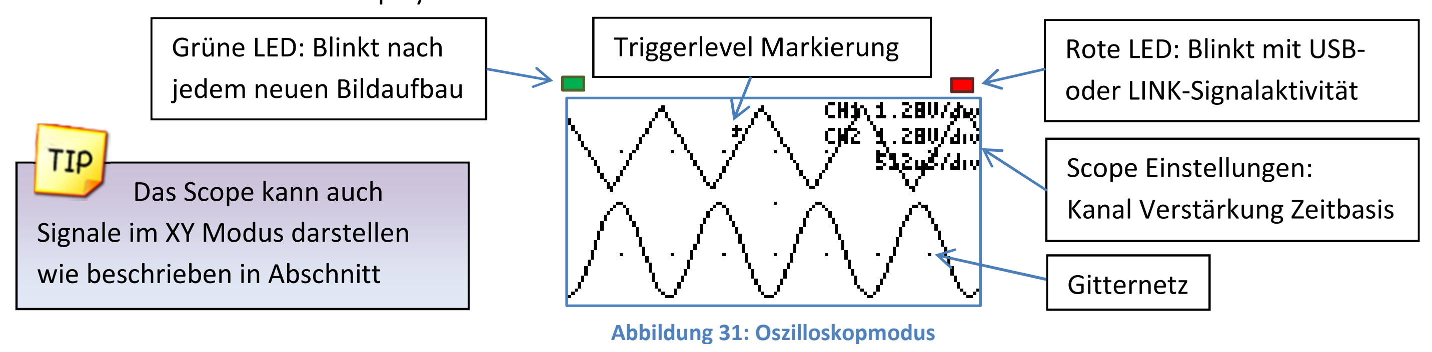


Abbildung 31: Oszilloskopmodus

2.4.1.1 Roll Mode

Die Anzeige auf dem Display wird nach links gescrollt, wenn neue Daten eingehen. Dies ist nur möglich bei Slow Sampling Raten. „Roll Mode" und „Elastic Mode" können nicht gleichzeitig aktiv sein. Der „Roll Mode" schaltet Triggering aus.

2.4.1.2 Elastic Traces

Dies wird bei digitalen Oszilloskopen auch „Display average" genannt. Es arbeitet durch Mittlung von Tracedaten mit neuen Daten. Das Ergebnis ist die Darstellung einer stabileren Kurve auf dem Screen. Die Einstellung macht jedoch nur Sinn, wenn das Scope sauber auf einem periodischen Signal getriggert ist. „Elastic Traces" berechnet nach folgender Gleichung die Punkte der Kurve:

$$NewTrace = \frac{OldTrace + NewData}{2}$$



2.4.1.3 XY Mode

Im XY Modus wird statt der Spannung über der Zeit die Spannung in Abhängigkeit von einer anderen Spannung angezeigt. Der XY Modus stellt so die Phasendifferenz zwischen zwei Signalen dar. Der XY Modus kann außerdem mit entsprechenden Wandlern benutzt werden, um Dehnung gegen Verschiebung, Durchfluss in Abhängigkeit vom Druck, Spannung gegen Strom oder Spannung gegen Frequenz anzuzeigen. Auch Lissajous-Figuren können in diesem Modus gezeichnet werden. Ebenso können Kennlinien von Bauteilen dargestellt werden, siehe Abschnitt 8.5.

TIP Im XY Modus mit einer langsamen Sampling Rate und aktiviertem „ROLL“-Modus wird ein kontinuierlicher “beam” dargestellt.



Mit dem „Explore Wave”-Menü wird der Graph vertikal bewegt.

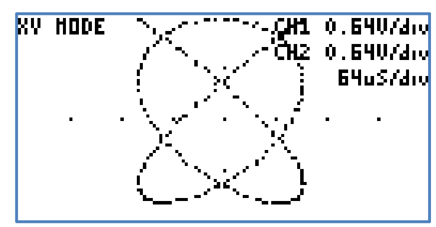


Abbildung 32: XY Modus

2.4.2 Meter Mode

Das XScope kann auch als duales Digitalvoltmeter eingesetzt werden. Der benutzte Zeichensatz ist größer um die Lesbarkeit zu erhöhen. Mögliche Messungen im Meter Modus: Mittlere Sapnnung (DC), Peak to Peak Spannung und Frequenz. Das analoge Signal wird klein unter den Messungen angezeigt.

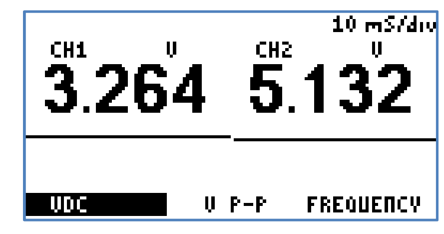


Abbildung 33: Meter Modus

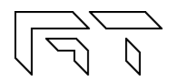
TIP Wenn im VDC-Messmodus mehr als 10mV angezeigt werden, ohne dass ein Signal anliegt, muss der Offset rekalibriert werden (Section 1.6).

2.4.2.1 Frequenzmessungen

Das Gerät kann Frequenzen auf den analogen Kanälen und auf dem externen Triggeranschluss messen. Frequenzmessungen auf den analogen Kanälen erfolgen über FFT (Fast Fourier-Transformation) der erfassten Daten, deshalb ändern sich gemessene Frequenzen in diskreten Schritten. Der Frequenzbereich bestimmt sich aus der Höchstfrequenz der analogen Kanäle. Wenn an einem Kanal eine hohe und am anderen eine niedrige Frequenz anliegt, hat der Kanal mit der niedrigeren Frequenz eine niedrige Auflösung. Frequenzmessungen mit dem FFT sind am besten für analoge Signale geeignet. Frequenzmessungen über den externen Triggeranschluss zählen die anliegenden Impulse pro Sekunde. Die Auflösung der Messung ist 1Hz. Frequenzmessungen über den Frequenzzähler sind am besten geeignet für digitale Signale.

	FFT (Analogkanäle)	Frequenzzähler (Ext. Trigger)
Maximaler Spannungsbereich	-14V bis 20V	-2.2V bis 5.5V
Maximale Frequenz	500kHz	Über 12MHz
Auflösung	Variabel, abhängig vom Frequenzbereich. Von 6.25Hz bis 7.812kHz	1Hz
Signal ist verrauscht oder mit anderen Signalen gemischt	Findet die Grundfrequenz	Nicht geeignet
Signal hat einen hohen Offset	Funktioniert immer noch	Arbeitet nicht, wenn der Offset über der Logikschwelle liegt.

Tabelle 5: Vergleich FFT Frequenzzähler



2.4.3 Spektrum Analyzer

Der Spektrum Analyzer berechnet die Fast Fourier-Transformation (FFT) der selektierten Analogkanäle (oder über die „Channel Math"-Funktion, wenn aktiv). Wenn FFT aktiv ist, wird das Spektrum dargestellt als Frequenz gegen Ausschlag. Auf der horizontalen Achse wird die Frequenz (Hertz) dargestellt und auf der vertikalen der Ausschlag. Abbildung 34 zeigt das XScope im Spectrum Analyzer Modus. Die Nyquist-Frequenz (halbe Abtastfrequenz) ist dargestellt in der oberen rechten Ecke des Displays.

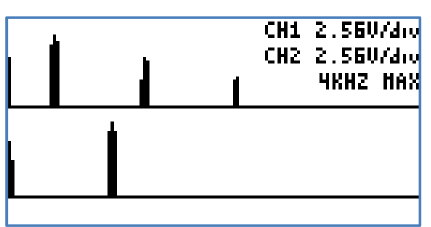


Figure 34: Spektrum Analyzer Modus



Wenn Sie nur einen Kanal brauchen, schalten Sie den zweiten ab um vertikal Platz zu gewinnen.

2.4.3.1 IQ FFT Modus

Wenn IQ FFT deaktiviert ist, berechnet das XScope zwei unabhängige 256 Punkt FFTs der analogen Kanäle, der Real- und der Imaginärteil der FFT haben dieselben Werte. Der Output der FFT ist symmetrisch, es ist jedoch nur die Hälfte des Resultats auf dem Display zu sehen. Wenn IQ FFT aktiviert ist, wird nur 1 FFT berechnet, der Realteil wird mit CH1-Werten und der Imaginärteil mit CH2-Werten gefüllt. Das Resultat ist ein 256 Punkt FFT. Um alle Daten zu erkunden, können die in Abschnitt 2.1.3 beschriebenen Steuerungen benutzt werden (es können nur 128 Punkte auf dem Display dargestellt werden). IQ FFT ist z. B. nützlich, um mit einem entsprechenden echten Mischpult RF-Spektren darzustellen.

2.4.3.2 Logarithmische Anzeige

Die logarithmische Anzeige ist nützlich, um Low-Level-Bestandteile des Signals zu analysieren. Beim Analysieren von Audio ist sie außerdem hilfreich, weil sie anschaulich abbildet, wie Sound wahrgenommen wird. Die Funktion, die ausgeführt wird ist: $y = 16 * \log_2(x)$.

Beispiel:

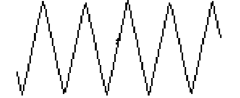


Abbildung 37: Dreieckschwingung

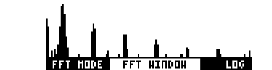


Abbildung 36: FFT mit log. Anzeige



Abbildung 35: FFT ohne log. Anzeige

2.4.3.3 FFT Windows

Um den Fenstereffekt zu reduzieren, kann die FFT Fensterfunktion angewendet werden. Vier FFT Fenstertypen sind verfügbar:

- **Rectangular**: Kein Fenster angewandt
- **Hamming**: $0.53836 - 0.46164 * COS\left(\frac{2*\pi*n}{FFT_N-1}\right)$
- **Hann**: $0.5 * \left(1 - COS\left(\frac{2*\pi*n}{FFT_N-1}\right)\right)$
- **Blackman**: $0.42 - 0.5 * COS\left(\frac{2*\pi*n}{FFT_N-1}\right) + 0.08 * COS\left(\frac{4*\pi*n}{FFT_N-1}\right)$

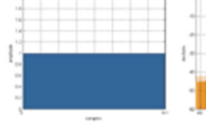
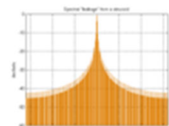
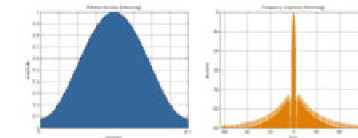
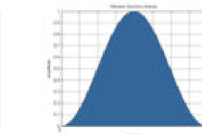
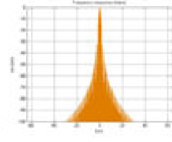
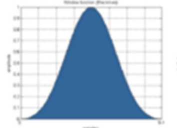
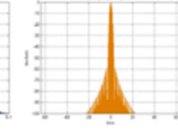
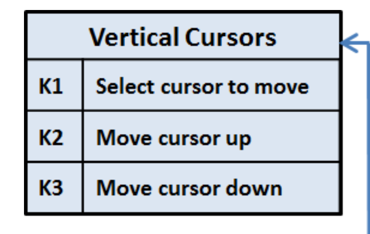








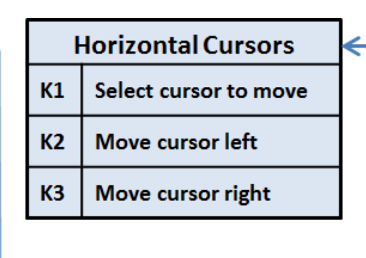
Abbildung 38: Window and Sinus-Frequenzgang, von links nach rechts: Rectangular, Hamming, Hann and Blackman

2.5 Cursors

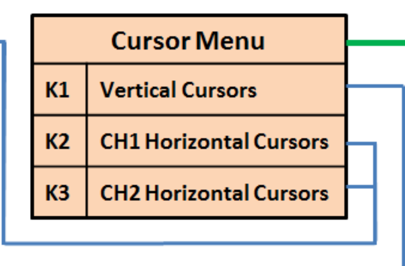
Signalform-Daten können mit Hilfe der Cursor gemessen werden. Cursor sind horizontale und vertikale Markierungen, die X-Achsen- (i.d.R.: Zeit) und Y-Achsen-Werte (i.d.R.: Spannung) auf einer ausgewählten Signalquelle anzeigen. Die Position der Cursors kann nach dem zugehörigen Menü geändert werden. Abbildung 39 zeigt die Cursormenüs.



Vertical Cursors	
K1	Select cursor to move
K2	Move cursor up
K3	Move cursor down



Horizontal Cursors	
K1	Select cursor to move
K2	Move cursor left
K3	Move cursor right



Cursor Menu	
K1	Vertical Cursors
K2	CH1 Horizontal Cursors
K3	CH2 Horizontal Cursors

More Cursor Options	
K1	Automatic Cursors
K2	Track Horizontal
K3	Reference Waveform

Abbildung 39: Cursormenüs

2.5.1 Vertical Cursors

Zeitintervall-Messungen werden mit einem Paar von Zeitmarkern durchgeführt. Das Oszilloskop berechnet automatisch die Zeitdifferenz zwischen den zwei Markern und zeigt sie als Delta-Zeit an. Zusätzlich berechnet das Oszilloskop den inversen Wert der Delta-Zeit, der die Frequenz der ausgewählten Periode darstellt.

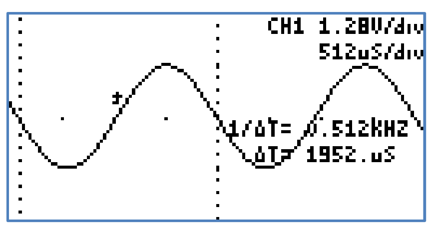


Abbildung 40: Vertical Cursors

2.5.2 Horizontal Cursors

Spannungsmessungen werden mit einem Paar von Spannungsmarkern durchgeführt, um 1 oder 2 spezifische Spannungspunkte auf dem Signalverlauf zu bestimmen. Das Oszilloskop berechnet automatisch die Spannungsdifferenz zwischen den beiden Markern und zeigt die Differenz als Delta-Spannungswert an.

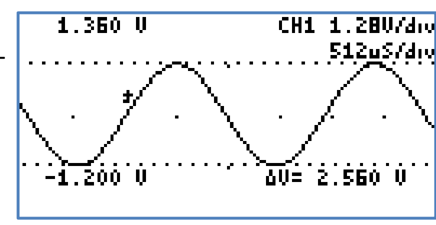


Abbildung 41: Horizontal Cursors

2.5.3 Automatic Cursors

Wenn „Automatic Cursors" ausgewählt ist, versucht das Gerät automatisch, Messungen am Signalverlauf zu machen.

- **Vertical Cursors**: Das Gerät versucht, einen vollen oder halben Zyklus des ausgewählen Signalverlaufs zu finden. Wenn CH1 und CH2 beide eingeschaltet sind, wird der Kanal mit der größten Amplitude benutzt.
- **Horizontal Cursor**: Der Horizontalcursor wird auf Maximal- und Minimal-Punkt des Signalverlaufs gesetzt.

2.5.4 Track Horizontal Cursors

Wenn Track eingeschaltet ist, verfolgt die Position des horizontalen Cursors das Signal auf dem vertikalen Cursor.

2.5.5 Reference Waveform

Es wird ein Snapshot der analogen Signalform gemacht, der als Referenz-Signalverlauf verwendet wird (die eingefangene Signalform bleibt auf dem Display stehen). Der Referenz-Signalverlauf wird im nichtflüchtigen Speicher abgespeichert.

2.5.6 Cursors in XY Mode

Wenn der XY-Modus aktiv ist, werden die vertikalen Cursor abgeschaltet, und das Horizontal-Cursor-Paar repräsentiert die X und Y Position.

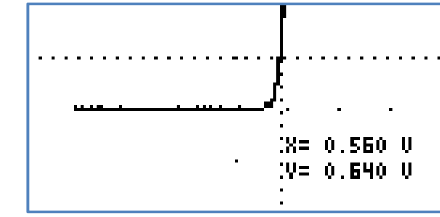
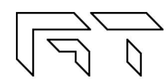


Abbildung 42: Cursors im XY-Modus



2.6 Display Settings

Diese Menüeinstellungen verändern Charakteristika des Displays. Abbildung 43 zeigt die Display-Menüs.

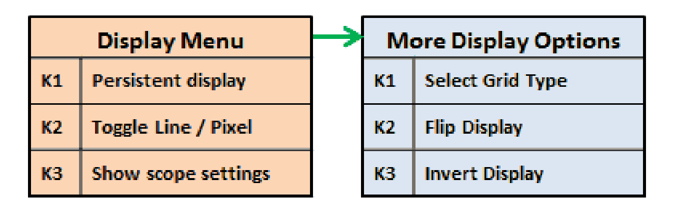


Abbildung 43: Display-Menüs

2.6.1 Persistent Display

Wenn „Persistent display“ aktiv ist, werden die Kurven auf dem Display nicht gelöscht. „Persistent display“ ist hilfreich als ein einfacher Data-Logger oder um Störungen in der Wellenform einzufangen. Der Persistent-Modus kann auch in Kombination mit der AWG Wobbelfrequenz benutzt werden, um Frequenzgänge darzustellen.

2.6.2 Line / Pixel Display

Dieser Menüpunkt gibt die Darstellungsmethode an.

- **Line**: Es wird eine Linie von einem Sample zum nächsten gezogen.
- **Pixel**: Ein einzelnes Pixel repräsentiert ein Sample. Die Pixelanzeige ist hilfreich bei langsamen Sampling Raten oder in Combination mit dem Persistent-Modus. Abbildung 44 zeigt „Pixel Display“.

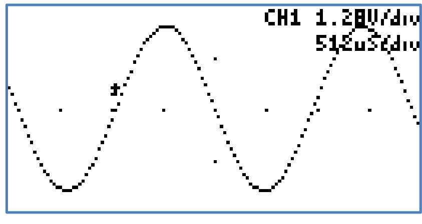


Abbildung 44: Pixel Display

2.6.3 Show scope settings

Schaltet die Anzeige der Scope-Einstellungen (Kanalverstärkung und Zeitbasis).

2.6.4 Grid Type

Es gibt 4 verschiedene Gitter-Arten:

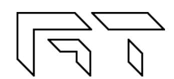
- **No grid**.
- **Dots for each division**: Vertikale Punkte stehen für die Skalenteile, horizontale für die Zeitbasis-Einstellung und die Nulllinie jedes Kanals.
- **Vertical grid line follow trigger**: Vertikale Punkte repräsentieren die Position des Triggers, die Positionen der vertikalen Punkte folgen der Triggerposition. Horizontale Punkte stehen für die Zeitbasis-Einstellung und die Nulllinie jedes Kanals.
- **Dot graticule**: Der Bildschirm wird mit Punkten gefüllt, die die vertikalen und horizontalen Abschnitte repräsentieren.

2.6.5 Flip Display

Die Display-Orientierung wird auf den Kopf gestellt. Das ist z.B. hilfreich, wenn das XScope in anderer Orientierung auf einem Panel montiert ist.

2.6.6 Invert Display

Wenn ausgewählt, werden die Pixel des Displays invertiert (das Display hat einen weißen Hintergrund).



3. Logic Analyzer und Protokoll Sniffer 

Das XScope hat einen 8 bit Logic Analyzer und kann als Sniffer mit Standard-Protokollen arbeiten: I²C, UART and SPI. Die logischen Eingänge haben einen 3.3V Pegel (sind **nicht** 5V-tolerant!). Wenn Sie 5V-Signale mit dem Logic Analyzer verbinden müssen, können Sie einen 3kΩ -Widerstand in Serie mit dem Signal schalten oder einen 5V zu 3.3V Converter-Schaltkreis benutzen. Abbildung 45 zeigt die Logic Menüs.

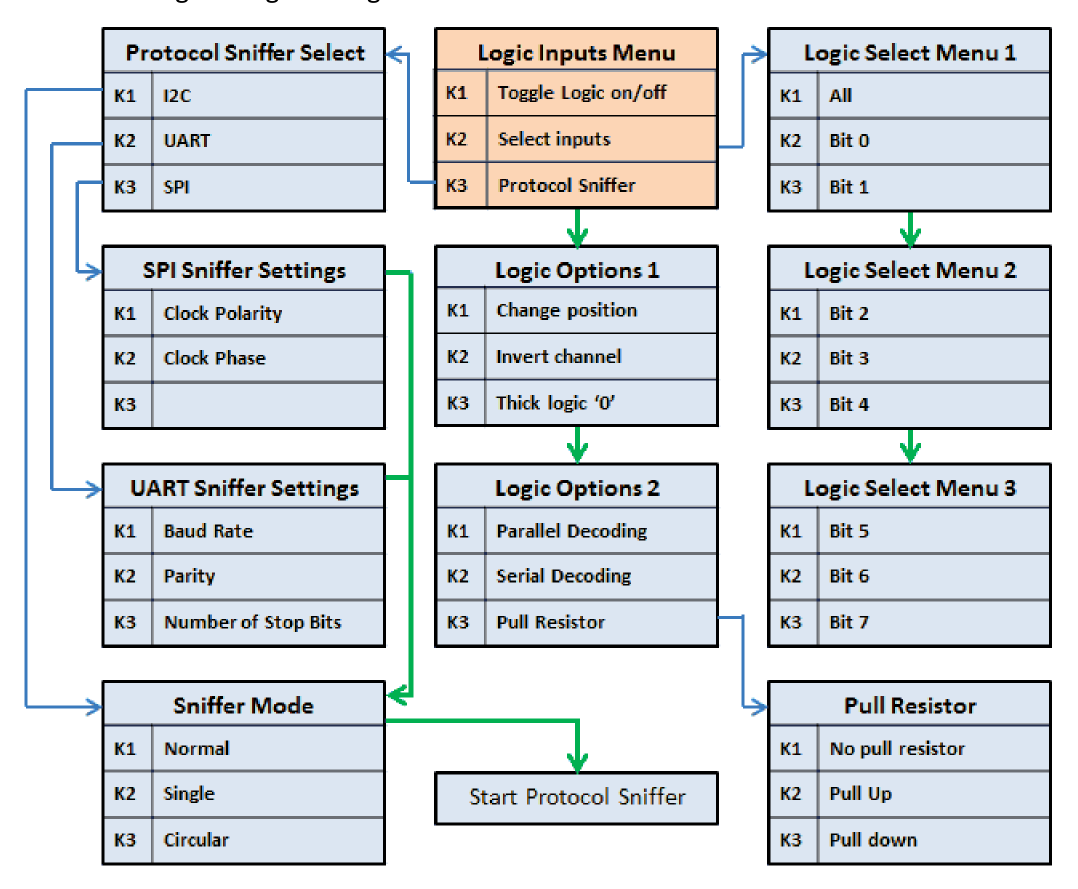


Abbildung 45: Logic Analyzer Menüs

3.1 Input Selection

Es kann aus einer Teilmenge von 8 digitalen Signalen gewählt werden. Jedes digitale Signal kann ein- oder ausgeschaltet werden.

3.2 Channel Position

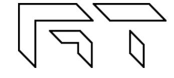
Die ausgewählten Kanäle können rauf oder runter bewegt werden. Dies ist nur möglich, wenn weniger als 8 digitale Signale ausgewählt wurden.

3.3 Invert Channel

Alle digitalen Kanäle sind invertiert. Diese Einstellung kann auch den Protokoll Sniffer beeinflussen!

3.4 Dicke logische '0'

Eine dicke Linie wird angezeigt, wenn das Signal logisch '0' ist, um schnell zwischen '0' und '1' unterscheiden zu können.



3.5 Parallel Decoding

Zeigt die hexadezimalen Werte der 8 bit digitalen Eingangsleitungen. Die Hexadezimalzahl wird unter der letzten digitalen Spur angezeigt. Wenn alle 8 digitalen Spuren eingeschaltet sind, ist kein Platz mehr um das parallele Decoding anzuzeigen. Abbildung 46 zeigt ein Beispiel des parallelen Decodings mit 4 eingeschalteten Logikleitungen.

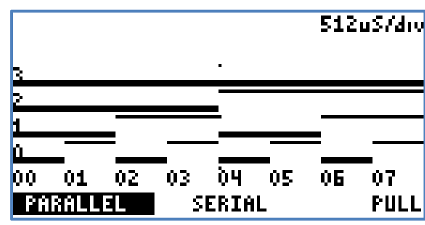


Abbildung 46: Parallel Decoding

3.6 Serial Decoding

Zeigt die hexadezimalen Werte des Bitstreams jedes Kanals an. Das Decoding startet beim ersten vertikalen Cursor und endet beim zweiten, 8 bits werden decodiert. Wenn die Cursors ausgeschaltet sind, wird über die gesamte Screenbreite decodiert. Die Daten können beginnend mit dem höchstwertigen Bit (MSB) oder dem niedrigstwertigen Bit (LSB) decodiert werden, je nach Stellung des ersten vert. Cursors.

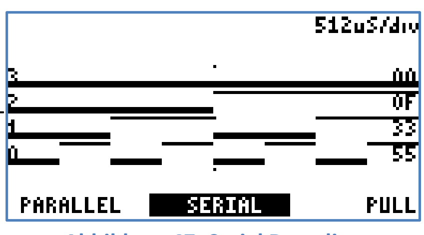


Abbildung 47: Serial Decoding

3.7 Protokoll Sniffer

Ist das XScope im Sniffer-Modus, erscheint ein kleiner Text auf dem Screen bevor Daten empfangen werden um anzuzeigen, wo die Signale aufgenommen werden. Sobald die Daten empfangen werden, werden sie in "Seiten" dargestellt. Es gibt 16 Seiten mit Daten. Um durch die Seiten zu browsen, benutzen Sie die K2- und K3-Tasten. Um den Sniffer zu stoppen und zu starten, drücken Sie den K1-Taster. Abbildung 48 zeigt das Gerät im Sniffer-Modus.

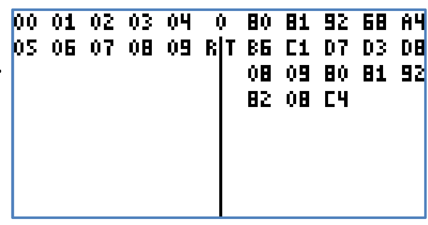


Abbildung 48: Sniffer

Im UART und SPI Sniffer können die Daten in HEX oder ASCII dargestellt werden, drücken Sie K2 und K3 gleichzeitig um dazwischen umzuschalten. Wenn Sie ASCII benutzen, zeigen nur die Codes 0x20 bis 0x7A gültige Zeichen. Abbildung 49 zeigt den 3x6 Zeichensatz.


Abbildung 49: Kleiner 3x6 Zeichensatz

3.8 Sniffer Modi

- **Normal** Modus: Kontinuierlicher Betrieb; wenn der Puffer voll ist, werden alle Seiten gelöscht, der Index wird wieder auf Seite 1 gesetzt
- **Single** Modus: Der Sniffer stoppt, wenn der Puffer voll ist.
- **Circular** Modus: Neue Daten werden an das Ende der letzten Seite angehängt, ältere Daten werden in Richtung der ersten Seite verschoben. Zu Beginn zeigt das Gerät 0x00 auf allen Seiten und die letzte Seite wird angezeigt. Der „Circular“-Modus ist hilfreich, wenn Sie nur an den zuletzt empfangenen Daten interessiert sind.



3.9 I^2C Sniffer

Verbinde SDA (Datenleitung) mit Bit 0 und SCL (Taktleitung) mit Bit 1

Das XScope implementiert I^2C -Sniffing in Bit-Banging Art. Die maximal getestete Taktfrequenz ist 400kHz (Standard I^2C Fast Mode). Sobald die Data decodiert sind, erscheinen sie in HEX auf dem screen, begleitet von einem Symbol:

Wenn der Master einen Lesevorgang initiiert, ist **<** ein ACK und **(** ist ein NACK.

When der Master einen Schreibvorgang initiiert, ist **>** ein ACK und **)** ist ein NACK.

Nachfolgende Daten im Frame werden begleitet von einem **+** für ACK oder einem **–** für NACK.

Es gibt 16 Seiten von Daten, jede Seite zeigt 64 Bytes => der gesamte Speicher für den I^2C Sniffer ist 1024 Bytes.

Beispiel: Kommunikation mit dem programmierbaren Oszillator Si570:

```
55> 07+                            (Master initiiert Schreibvorgang zum Slave 55, Byte-Adresse 7)
55< 05+ 42+ B6+ 04+ 79+ 9A-    (Master initiiert Lesevorgang zum Slave 55 und liest dann 6 Bytes)
```

3.10 UART Sniffer

Verbinde RX (Receive) mit Bit 2 und TX (Transmit) mit Bit 3

Das XScope kann sowohl die TX- als auch die RX-Leitung des UART decodieren mit denStandard-Baud-Raten:

1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200

Der Screen ist zweigeteilt, die linke Hälfte wird für die RX- und die rechte für die TX-Leitung benutzt. In jeder Hälfte können 40 Bytes pro Seite angezeigt werden. Bei 16 Seiten sind das insgesamt 640 Bytes, die für jede decodierte Leitung gespeichert werden können.

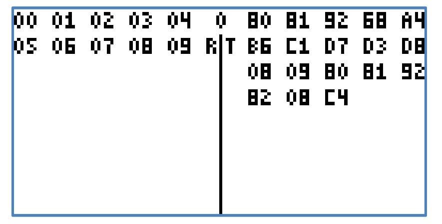


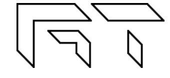
Abbildung 50: UART Sniffer Screen

3.11 SPI Sniffer

Verbinde die Select-Leitung mit Bit 4, MOSI (Serial Data In) mit Bit 5, MISO (Serial Data Out) mit Bit 6, SCK (Serial Clock) mit Bit 7

Das XScope kann sowohl die MOSI- als auch die MISO-Leitung eines SPI-Bus decodieren. Die Decodierung des MOSI-Pins des SPI wird hardwaremäßig durchgeführt, daher können Daten hoher Geschwindigkeit decodiert werden. Dagegen ist die Decodierung des MISO-Pin des SPI softwaremäßig über Bit-Banging implementiert, so dass die maximale Taktfrequenz limitiert ist.

Der Screen ist zweigeteilt, die linke Hälfte wird für die MOSI- und die rechte für die MISO-Leitung benutzt. In jeder Hälfte können 40 Bytes pro Seite angezeigt werden. Bei 16 Seiten sind das insgesamt 640 Bytes, die für jede decodierte Leitung gespeichert werden können.



4. Arbiträr-Funktionsgenerator



Das XScope hat einen eingebetteten Arbiträr-Funktionsgenerator. Die Ausgabe des Funktionsgenerators ist unabhängig von der Datenerfassung und läuft permanent im Hintergrund. Sie können alle Parameters der Wellenform einstellen: Frequenz, Amplitude, Offset und Tastverhältnis. Sie können die Frequenz, die Amplitude und das Tastverhältnis wobbeln (Sweep). Abbildung 51 zeigt die AWG-Menüs.

AWG Sweep Mode	
K1	Sweep Direction
K2	Ping Pong
K3	Accelerate Sweep

AWG Sweep Menu 2	
K1	Sweep Speed
K2	Sweep Mode
K3	Sweep Range

AWG Sweep Speed	
K1	[Speed]
K2	Decrease Speed
K3	Increase Speed

Wave Type 1	
K1	Sine Wave
K2	Square Wave
K3	Triangle Wave

AWG Sweep Menu	
K1	Sweep Frequency
K2	Sweep Amplitude
K3	Sweep Duty Cycle

AWG Sweep Range	
K1	Select Range
K2	Decrease range
K3	Increase range

Wave Type 2	
K1	Exponential Wave
K2	Noise
K3	Custom Wave

AWG Menu 1	
K1	Waveform Type
K2	Sweep Options
K3	Adjust Frequency

AWG Menu 2	
K1	Adjust Amplitude
K2	Adjust Duty Cycle
K3	Adjust Offset

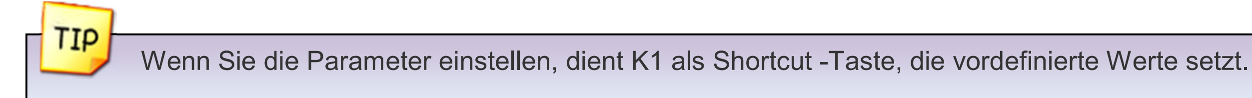
Adjust Frequency	
K1	[Frequency]
K2	Decrease Frequency
K3	Increase Frequency

Adjust Amplitude	
K1	[Amplitude]
K2	Decrease Amplitude
K3	Increase Amplitude

Adjust Duty Cycle	
K1	[Duty Cycle]
K2	Decrease Duty Cycle
K3	Increase Duty Cycle

Adjust Offset	
K1	[Offset]
K2	Decrease Offset
K3	Increase Offset

Abbildung 51: AWG-Menüs



Wenn Sie die Parameter einstellen, dient K1 als Shortcut -Taste, die vordefinierte Werte setzt.

TIP

Wenn Wobbeln eingeschaltet ist, wird der Kurvenverlauf bei jedem Bildaufbau aktualisiert. Für ein weiches Wobbeln setzen Sie das Scope auf eine schnelle Abtastrate oder stoppen das Oszilloskop.

4.1 Vordefinierte Wellenformen

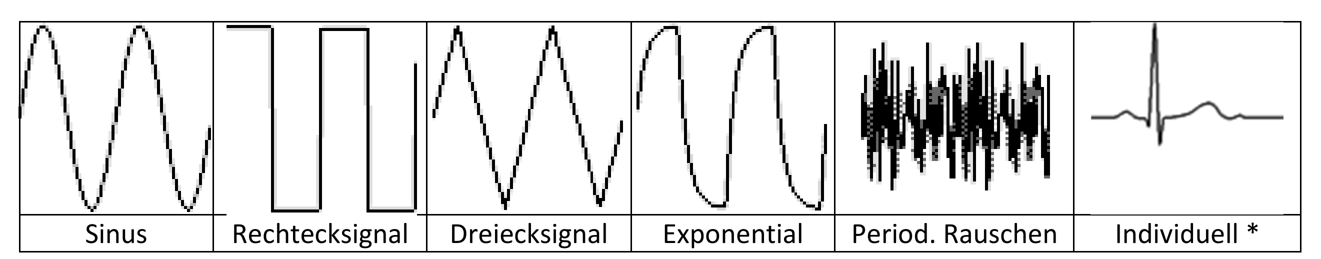


Tabelle 6

Das XScope kann folgende Wellenformen ausgeben: Sinus, Rechteck, Dreieck und Exponential. Es gibt auch eine „Periodic Noise”-Option (Periodisches Rauschen) die den Puffer des AWG mit Zufallsdaten füllt. Periodisch ist es deshalb, weil dieselben Daten immer wieder ausgegeben werden. Jedesmal, wenn diese Wellenform ausgewählt wird, werden andere zufällige Daten erzeugt. Außerdem gibt es eine individuelle Wellenform, die anfänglich als EKG-Kurve gesetzt ist, aber mit dem PC XScope Interface geändert werden kann.

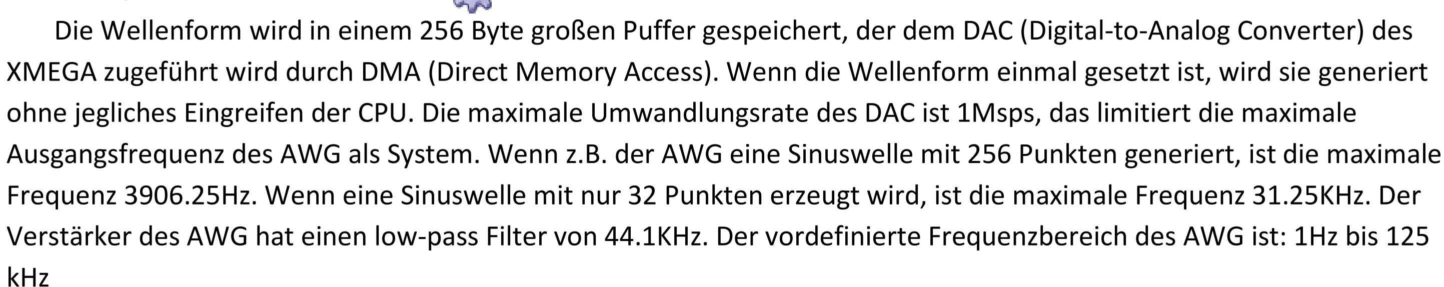
4.2 Parameter Sweep (Wobbeln)

Das XScope hat eine SWEEP (Wobbel) Funktion, die automatisch einen oder mehrere Parameterwerte **bei jedem Bildaufbau des Oszilloscops** verändert. Wenn Wobbeln eingeschaltet ist, erscheinen 3 Punkte unten am Screen, die den Start, das Ende und den aktuellen Wobble-Wert repräsentieren. Bei einem Frequenzwobbeln ist der Frequenzbereich durch die aktuelle Zeitbasis begrenzt. Da das Frequenzwobbeln mit dem Oszilloskop synchronisiert ist, ist die Darstellung eines perfekten Frequenzgangs einfach. Um Frequenzgänge darzustellen, setzen Sie dem Modus auf FFT und das Display auf „persistent“. Für ein Beispiel siehe Abschnitt 8.6.

4.2.1 Sweep Modi

Im Sweep-Modus Menü kann die Sweep-Richtung geändert werden. Automatische Richtungsänderung erfolgt im Ping Pong Modus. Die Wobble-Beschleunigung erhöht oder verringert die Wobble-Geschwindigkeit, die Wobble-Geschwindigkeit wird zurückgesetzt beim Erreichen der Start- oder Ende-Position.

4.3 Technische Details



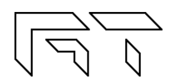
Die Wellenform wird in einem 256 Byte großen Puffer gespeichert, der dem DAC (Digital-to-Analog Converter) des XMEGA zugeführt wird durch DMA (Direct Memory Access). Wenn die Wellenform einmal gesetzt ist, wird sie generiert ohne jegliches Eingreifen der CPU. Die maximale Umwandlungsrate des DAC ist 1Msps, das limitiert die maximale Ausgangsfrequenz des AWG als System. Wenn z.B. der AWG eine Sinuswelle mit 256 Punkten generiert, ist die maximale Frequenz 3906.25Hz. Wenn eine Sinuswelle mit nur 32 Punkten erzeugt wird, ist die maximale Frequenz 31.25KHz. Der Verstärker des AWG hat einen low-pass Filter von 44.1KHz. Der vordefinierte Frequenzbereich des AWG ist: 1Hz bis 125 kHz

Die Auflösung des Funktionsgenerators variiert in Abhängigkeit vom Frequenbereich: je niedriger die Frequenz ist, desto höher ist die Auflösung. Beachten Sie, dass die möglichen Frequenzen diskret sind:

$$Frequenz = Zyklen * \frac{125000}{Periode}$$

Zyklen: Integerzahl mit folgenden möglichen Werten: 1, 2, 4, 8, 16, 32

Periode: Integerzahl, mit Werten zwischen 32 and 65535



5. PC Interface 

Das XScope kann mit einem PC über die USB-Schnittstelle kommunizieren. Es kann außerdem unter Verwendung des UART auf dem externen Port kommunizieren (unter Verwendung eines UART-Adapters oder Bluetooth Moduls). Abbildung 52 zeigt einen Screenshot des PC Interfaces.

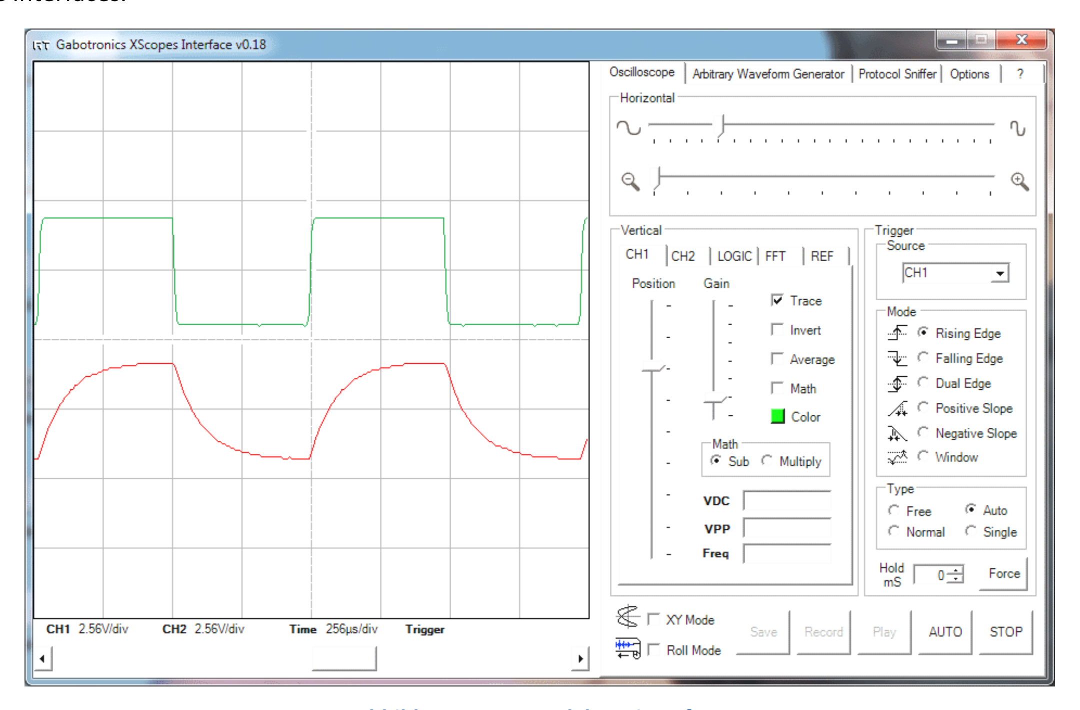


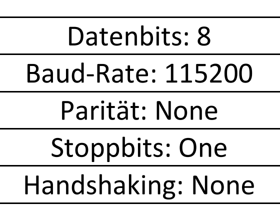
Abbildung 52: Xprotolab PC-interface

6. Interface Protokoll 

Das XScope kann unter Verwendung der USB-Schnittstelle oder des externen Ports mit externen Geräten kommunizieren. Jedes Interface hat Zugang zu den Haupteinstellungen des Xscopes. Richten Sie sich nach den Protokollen, um Ihre eigenen Applicationen zu erstellen oder um Geräte zu bauen, die mit dem XScope verbunden werden können.

6.1 Interface Einstellungen

Die Einstellungen, um mit dem seriellen Port zu kommunizieren, sind in Tabelle 8,dargestellt. Bei Benutzung des USB-Interfaces können Sie WinUSB oder LibUSB Libraries benutzen. Die Endpunkte der USB-Geräte haben eine Größe von 64 Bytes. Das Gerät benutzt BULK IN Übertragungen an Endpunkt 1, um Daten zu übertragen (CH1, CH2, CHD, Frame und Index; insgesamt 770 Bytes), BULK OUT Übertragungen an Endpunkt 1 um in den AWG RAM Puffer zu schreiben und CONTROL READ Übertragungen an Endpunkt 0 zum Laden und Lesen der Einstellungen.



Datenbits: 8
Baud-Rate: 115200
Parität: None
Stoppbits: One
Handshaking: None

Tabelle 7: Serielle Settings

6.2 Control data

Alle Einstellungen des XScopes sind in 44 Bytes gespeichert, Tabelle 9 zeigt diese Variablen, Abschnitt 6.2.1 beschreibt die Bitfield-Variablen.

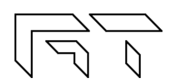
Index	Name	Datentyp	Beschreibung	Anmerkungen
0	Srate	Unsigned 8bit	Sampling Rate	Bereich: [0, 21] 8 us/div bis 50 s/div
1	CH1ctrl	Bit Field 8bit	Channel 1 controls	
2	CH2ctrl	Bit Field 8bit	Channel 2 controls	
3	CHDctrl	Bit Field 8bit	Logic Analyzer Options 1	
4	CHDmask	Bit Field 8bit	Logic enabled bits	Gibt an, welche logischen Kanäle angez. werden
5	Trigger	Bit Field 8bit	Trigger control	
6	Mcursors	Bit Field 8bit	Cursor Options	
7	Display	Bit Field 8bit	Display Options	
8	MFFT	Bit Field 8bit	FFT Options	
9	Sweep	Bit Field 8bit	AWG Sweep Options	
10	Sniffer	Bit Field 8bit	Sniffer Controls	
11	MStatus	Bit Field 8bit	Scope Status	
12	CH1gain	Unsigned 8bit	Channel 1 gain	Bereich: [0,6] 5.12V/div bis 80mV/div
13	CH2gain	Unsigned 8bit	Channel 2 gain	Bereich: [0,6] 5.12V/div bis 80mV/div
14	HPos	Unsigned 8bit	Wave Position	Bereich: [0,127] Pixel
15	VcursorA	Unsigned 8bit	Vertical Cursor A	Bereich: [0,127] Pixel
16	VcursorB	Unsigned 8bit	Vertical Cursor B	Bereich: [0,127] Pixel
17	Hcursor1A	Unsigned 8bit	CH1 Horizontal Cursor A	Bereich: [0,127] Pixel
18	Hcursor1B	Unsigned 8bit	CH1 Horizontal Cursor B	Bereich: [0,127] Pixel
19	Hcursor2A	Unsigned 8bit	CH2 Horizontal Cursor A	Bereich: [0,127] Pixel
20	Hcursor2B	Unsigned 8bit	CH2 Horizontal Cursor B	Bereich: [0,127] Pixel
21	Thold	Unsigned 8bit	Trigger Hold	Bereich: [0,255] 0 bis 255 Millisekunden
22	Tpost L	Unsigned 16bit	Post Trigger	Bereich: [0, 32767] Anzahl der nach dem Trigger erfassten Abtastwerte. Voreinstellung: 128
23	Tpost H			
24	Tsource	Unsigned 8bit	Trigger Source	0: CH1; 1: CH2; 2-9: CHD; 10: EXT
25	Tlevel	Unsigned 8bit	Trigger Level	Bereich: [3,252]
26	Window1	Unsigned 8bit	Windows Trigger Level 1	Bereich: [0,255]
27	Window2	Unsigned 8bit	Windows Trigger Level 2	Bereich: [0,255]
28	Ttimeout	Unsigned 8bit	Trigger Timeout	Bereich: [0,255] 0.04096ms bis 10.48576s
29	CH1pos	Signed 8bit	Channel 1 Position	Bereich: [-128,0] Pixel
30	CH2pos	Signed 8bit	Channel 2 Position	Bereich: [-128,0] Pixel
31	CHDpos	Unsigned 8bit	Logic Analyzer position	Bereich: [0,7]
32	CHDdecode	Unsigned 8bit	Selected Protocol	0: SPI; 1: I^2C; 2: RS232
33	Sweep1	Unsigned 8bit	Sweep Start	Bereich: [0,255]
34	Sweep2	Unsigned 8bit	Sweep End	Bereich: [0,255]
35	SWSpeed	Unsigned 8bit	Sweep Speed	Bereich: [0,127]
36	AWGamp	Signed 8bit	AWG Amplitude	Bereich: [-128,0] 4V bis 0V
37	AWGtype	Unsigned 8bit	AWG Wave Type	0: Noise; 1: Sine; 2: Square; 3: Triangle; 4: Custom
38	AWGduty	Unsigned 8bit	AWG Tastverhältnis	Bereich: [1,255] 0.391% bis 99.61%
39	AWGoffset	Signed 8bit	AWG Offset	Bereich: [-128,127] +2V bis -1.985V
40	desiredF LLB	Unsigned 32bit	AWG Desired Frequency multiplied by 100	Bereich: [100, 12500000] 1Hz bis 125kHz
41	desiredF LHB			
42	desiredF HLB			
43	desiredF HHB			

Tabelle 8: Xscope Einstellungen



6.2.1 Bitfield Variablen

Name	Bits	Anmerkungen
CH1ctrl and CH2ctrl	Bit 0: Channel on	
	Bit 1: x10 probe	Für zukünftige Hardware
	Bit 2: Bandwidth limit	Für zukünftige Hardware
	Bit 3: AC/DC select	Für zukünftige Hardware
	Bit 4: Invert channel	
	Bit 5: Average samples	
	Bit 6: Math Active	Ermöglicht Arithmetik (Addition oder Multiplikation)
	Bit 7: Math operation	Subtraktion (1) oder Multiplikation (0)
CHDctrl	Bit 0: Channel on	
	Bit 1: Pull	Pull-Widerstand eingeschaltet
	Bit 2: Pull Up	Pull up (1) oder Pull down (0)
	Bit 3: Low	Dicke Linie, wenn logisch '0'
	Bit 4: Invert channel	
	Bit 5: Serial Decode	
	Bit 6: Parallel Decode	
	Bit 7: ASCII Sniffer display	
Trigger	Bit 0: Normal Trigger	
	Bit 1: Single Trigger	Normal Trigger-Bit muss f. Single Trigger ebenfalls gesetzt sein.
	Bit 2: Auto Trigger	
	Bit 3: Trigger Direction	
	Bit 4: Round Sniffer	
	Bit 5: Slope Trigger	
	Bit 6: Window Trigger	
	Bit 7: Edge Trigger	Dual Flanken-Trigger wird gesetzt durch Löschen von Bits 5,6,7.
Mcursors	Bit 0: Roll Scope	
	Bit 1: Automatic Cursors	
	Bit 2: Track Cursors	
	Bit 3: CH1 Horizontal Cursors on	CH1 und CH2 horizontale Cursor schließen sich gegenseitig aus.
	Bit 4: CH2 Horizontal Cursors on	CH1 und CH2 horizontale Cursor schließen sich gegenseitig aus.
	Bit 5: Vertical Cursor on	
	Bit 6: Reference waveform on	
	Bit 7: Single Sniffer Capture	
Display	Bit 0: Grid 0	00: No Grid, 01: Dots per division 10: Follow trigger, 11: Graticule
	Bit 1: Grid 1	
	Bit 2: Elastic Display	
	Bit 3: Invert Display	
	Bit 4: Flip Display	
	Bit 5: Persistent Display	
	Bit 6: Line / Pixel Display	Linie (1), Pixel (0)
	Bit 7: Show Settings	



Name	Bits	Anmerkungen
MFFT	Bit 0: Hamming Window	Nur ein Fenster muss ausgewählt werden oder „none“ für „No Window“.
	Bit 1: Hann Window	
	Bit 2: Blackman Window	
	Bit 3: Vertical Log	
	Bit 4: IQ FFT	
	Bit 5: Scope Mode	Verschiedene Modi können gleichzeitig gewählt werden. Wenn keine Bits gesetzt sind, wird der Meter-Modus angezeigt.
	Bit 6: XY Mode	
	Bit 7: FFT Mode	
Sweep	Bit 0: Acceleration Direction	
	Bit 1: Accelerate Sweep	
	Bit 2: Sweep Direction	
	Bit 3: Ping Pong Mode	
	Bit 4: Sweep Frequency	
	Bit 5: Sweep Amplitude	
	Bit 6: Sweep Offset	
	Bit 7: Sweep Duty Cycle	
Sniffer	Bit 0: Baud 0	UART Sniffer Baud Raten: 000: 1200 , 001: 2400, 010: 4800, 011: 9600, 100: 19200, 101: 38400, 110: 57600, 111: 115200
	Bit 1: Baud 1	
	Bit 2: Baud 2	
	Bit 3: CPOL Clock Polarity	
	Bit 4: CPOH Clock Phase	
	Bit 5: Parity Mode	Schaltet Paritätscheck ein
	Bit 6: Parity	Parität ungerade (1), Parität gerade (0)
	Bit 7: Stop Bit	1 Stoppbit (0), 2 Stoppbits (1)
MStatus	Bit 0: Update	Verlässt triggering wenn das Bit gesetzt ist
	Bit 1: Update AWG	AWG-Parameter müssen aktualisiert werden, wenn Bit gesetzt.
	Bit 2: Update MSO	MSO-Parameter müssen aktualisiert werden, wenn Bit gesetzt.
	Bit 3: Go Sniffer	Geht in den Sniffer-Modus, wenn Bit gesetzt.
	Bit 4: Stop	Oszilloskop Stopped
	Bit 5: Triggered	Oszilloskop Triggered
	Bit 6: Meter VDC	Wenn die Bits gelöscht sind, misst der Meter-Modus Frequenzen
	Bit 7: Meter VPP	

Tabelle 9: Bitfield Variablenbeschreibung

6.3 Befehlssatz

Bei Benutzung des seriellen Ports werden die Befehle im ASCII-Format zum XScope gesendet, das weitere Senden oder Empfangen von Daten ist binär. Bei Benutzung des USB-Interfaces werden die Befehle als CONTROL READ-Anfragen gesendet, wobei das „request byte“ der Befehl ist und Index und Value als zusätzliche Parameter an das XScope gesendet werden. Wenn der PC Daten anfordert, werden sie zurückgegeben in den Endpunkt 0 IN Puffer. Tabelle 11 zeigt das XScope Interface Protocol Befehls-Set.



Befehl	Beschreibung	Antwort des Gerätes / Anmerkung
a	Fordert die Firmware-Version an	Das Gerät gibt 4 zurück, die die Versionsnummer in ASCII enthalten.
b	Schreibt ein Byte in die Settings des XScopes Settings am angegebenen Index. Wenn der Index ist unter 14, wird das updatemso Bit automatisch gesetzt Wenn der Index ist über 34, wird das updateawg Bit automatisch gesetzt.	Wenn das USB-Interface benutzt wird, enthält der Index den Index und der Wert die Daten. Wenn das serielle Interface benutzt wird, müssen 2 zusätzliche Bytes gesendet werden, die den Index und die Daten enthalten.
c	Setzt die gewünschte AWG-Frequenz (32bits).	Wird das USB-Interface benutzt, enthält der Index die unteren 16 Bits, der Wert enthält die oberen 16 Bits. Wird das serielle Interface benutzt, müssen 4 zusätzliche Bytes gesendet werden (Little-Endian-Format).
d	Sichert die XScope Settings im EEPROM	
e	Sichert die Kurve im AWG-RAM ins EEPROM	
f	Stopp Scope	
g	Start Scope	
h	Erzwinge Trigger	
i	Auto Setup	
j	Setzt den gewünschten Post Trigger Wert (16 Bits)	Wird das USB-Interface benutzt, enthält der Wert die 16 Bits. Wird das serielle Interface benutzt, müssen 2 zusätzliche Bytes gesendet werden (Little-Endian-Format).
p	Auto send aus (nur serielles Interface)	
q	Auto send ein (nur serielles Interface)	Ist Auto send aktiv, sendet das Gerät kontinuierlich Daten, um die Refresh-Rate auf der PC-Seite zu maximieren. Werden Fast-Sampling-Raten benutzt, füllt das Gerät zuerst seine Puffer und sendet dann die Puffer in bursts. Werden Slow-Sampling-Raten benutzt, muss die PC-App die Zeit festhalten, da die Samples ohne Zeitreferenz ankommen.
r	Fordere CH1 an (nur serielles Interface)	CH1 Daten (256 Bytes)
s	Fordere CH2 an (nur serielles Interface)	CH2 Daten (256 Bytes)
t	Fordere CHD an (nur serielles Interface)	CHD Daten (256 Bytes)
u	Fordere Settings an	Alle Settings (43 Bytes) werden zum PC gesendet.
w	Fordere EE Wellenform an (nur ser. Interface)	EE Wellenform-Daten (256 Bytes)
x	Sende Daten der Wellenform (nur serielles Interface)	'G' Zeichen, das dem PC signalisiert, dass das Gerät bereit ist, anschließend sendet der PC die Daten (256 Bytes). Danach sendet das Gerät ein 'T' Zeichen, das dem PC signalisiert, dass die Daten empfangen wurden.
C	Fordere BMP an (nur serielles Interface)	128x64 Monochrom BMP über das XModem-Protokoll

Tabelle 10: XScope Befehlssatz

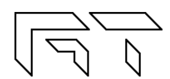
6.4 Vendor ID and Product ID

Wenn Sie LibUSB als Schnittstelle mit dem Gerät benutzen, benötigen Sie VID und PID des Gerätes:

VID=16D0 PID=06F9

Wenn Sie WinUSB benutzen, benötigen Sie den GUID, der im .inf-File des Treibers definiert ist:

GUID= 88BAE032-5A81-49f0-BC3D-A4FF138216D6



7. BMP Screen Capture 

7.1 Ein BMP screen capture an einen PC senden:

Ein screen capture des XScopes kann über HyperTerminal an den PC gesendet werden. Alle Bitmap-Screenshots in diesem Handbuch sind auf diese Weise erzeugt worden. Das screen capture wird über den seriellen Port des XScope gemacht.

- Öffnen Sie HyperTerminal.
- Geben Sie einen Namen für eine neue Verbindung (zum Beispiele: scope).
- Geben Sie den COM-Port ein, mit dem das Gerät verbunden ist.
- Stellen Sie 115200 Bits per second, 8 Data bits, Parity None, 1 Stop bit, Flow control None ein. (siehe Abbildung 53)

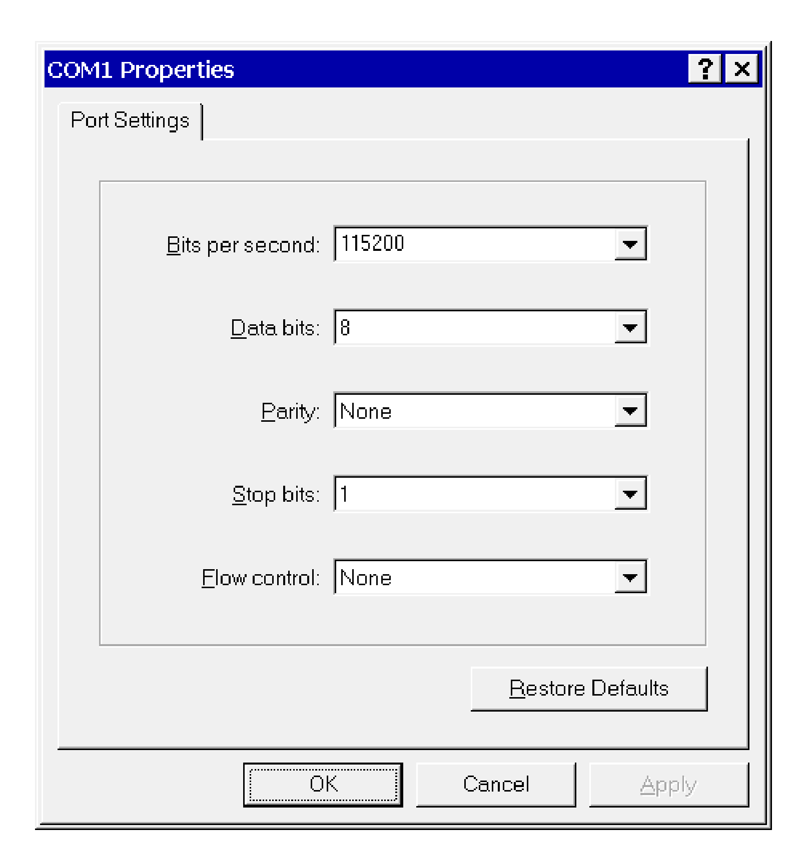


Abbildung 53: HyperTerminal Einstellungen

- Im Transfer Menü wählen Sie „Recieve File“.
- Geben Sie einen Ordner an, in dem Sie die Datei speichern möchten und verwenden Sie das XMODEM Protokoll. (siehe Abbildung 54)



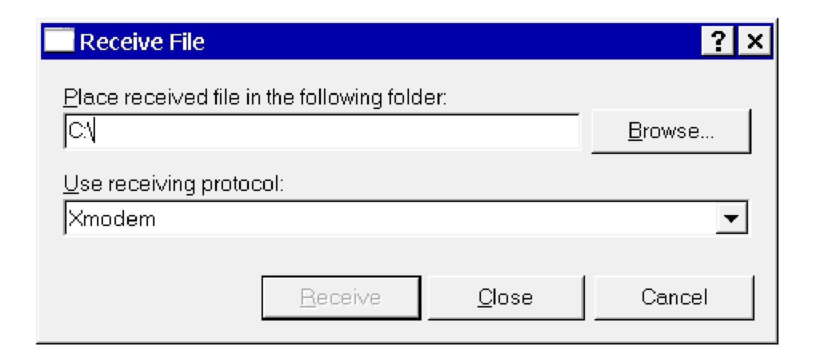


Abbildung 54: „Receive File“ Einstellungen

- Geben Sie einen Dateinamen mit BMP-Erweiterung an und drücken Sie OK

7.2 Ein BMP screen capture an Linux senden:

Erzeugen Sie das folgende Script und sichern Sie es als capture.sh:


capture.sh

```
echo "Please enter filename. e.g
capture.bmp"
read name
stty -F $1 115200
rx -c $name < $1 > $1
```

Um es zu benutzen, machen Sie das Script ausführbar über den Befehl „chmod +x capture.sh”, dann geben Sie im Terminal „./capture.sh” gefolgt von dem seriellen Gerät ein, z.B. „./capture.sh /dev/ttyUSB0”.

Anschließend geben Sie einen Namen für das Bitmap-Bild inklusive der .bmp File-Extension ein.

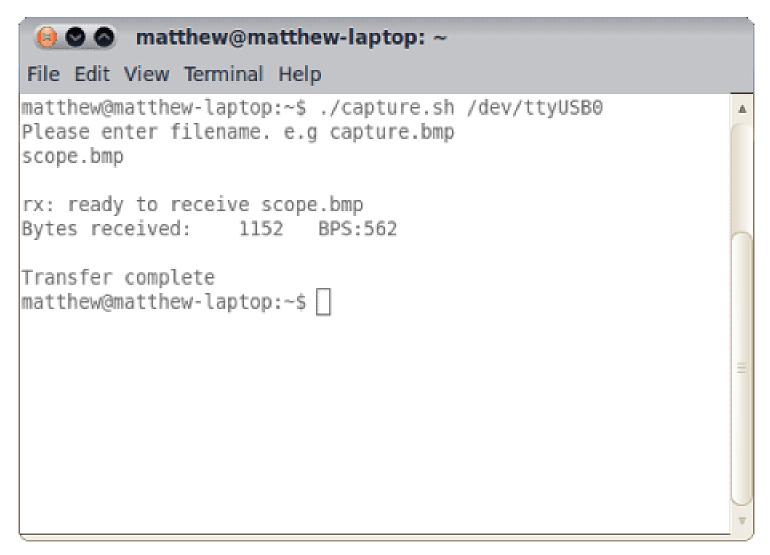
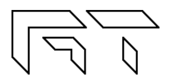


Abbildung 55: Screen capture in Linux



8. XScope Beispiele



8.1 Spannungsteiler über Widerstände

1) Bauen Sie die Schaltung n. Abbildung 56 auf.
2) Setzen Sie das Gerät in den Meter Modus.
3) Sie sollten ähnliche Spannungen wie in Abbildung 57 messen.

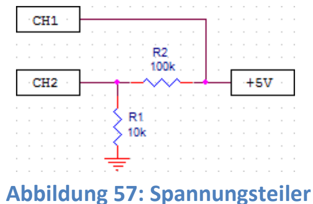


Abbildung 57: Spannungsteiler

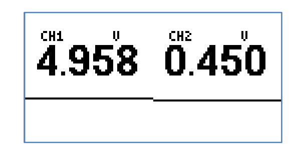


Abbildung 56: Meter Modus

Theorie: Der Schaltkreis ist ein Spannungsteiler mit der Vin von 5V. Die Vout liegt an CH2: $Vout = \frac{Vin*R1}{R1+R2}$

8.2 Messung einer RC-Zeitkonstante

1) Bauen Sie die Schaltung nach Abbildung 59 auf.
2) Setzen Sie die Zeitbasis auf 500µs/div.
3) Setzen Sie den AWG auf „Square wave“, 500Hz, 4V.
4) Setzen Sie die Verstärkung beider Kanäle auf 2.56V/div.

Abbildung 59: RC -Schaltkreis

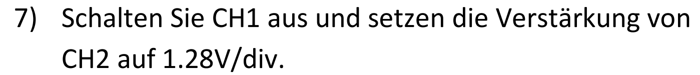
Abbildung 58: RC Messung



5) Die Anzeige sollte ähnlich sein wie in Abbildung 58.



6) Setzen Sie jetzt die Zeitbasis auf 16µs/div.
7) Schalten Sie CH1 aus und setzen die Verstärkung von CH2 auf 1.28V/div.



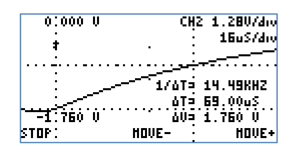
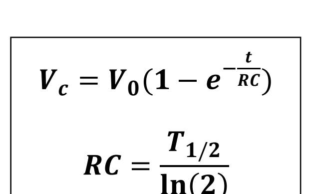


Abbildung 61: Halbwertzeit Messung



$$V_c = V_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

$$RC = \frac{T_{1/2}}{\ln(2)}$$

Abbildung 60: RC Gleichung

8) Justieren Sie die Horizontale und CH2-Position so, dass die ansteigende Flanke des größten Teil des Screens einnimmt.
9) Schalten Sie den Vertikal- und den CH2 Horizontal-Cursor ein.
10) Schalten Sie die „TRACK“-Option des Cursors ein.
11) Setzen Sie den ersten Vertikalcursor auf die Ecke der Kurve und den zweiten Cursor auf den Spannungwert 0V.
12) Das Display sollte wie in Abbildung 61 aussehen. Die gemessene Zeit, $T_{1/2} = 69\mu s$, ist die „Halbwertzeit“, also $RC = 9.95\mu s$

Theorie: Die Schaltungstheorie zeigt, dass sich der Ausgang eines RC-Kreises exponentiell einem DC-Wert nähert, wenn am Eingang eine Sprungfunktion zugeführt wird; Abbildung 60 zeigt die Gleichung, die bei bekannter Halbwertzeit RC ergibt.

8.3 Halbwellen Gleichrichter mit Glättungs-Kondensator

1) Bauen Sie die Schaltung nach Abbildung 63 auf.
2) Setzen Sie die Zeitbasis auf 2mS/div.
3) Setzen Sie den AWG auf Sinuskurve, 125Hz, 4V.
4) Setzen Sie die Verstärkung beider Kanäle auf 1.28V/div.
5) Die Anzeige sollte wie in Abbildung 62 aussehen.
6) Wenn der Kondensator entfernt wird, sieht die Anzeige ähnlich wie Abbildung 64 aus.

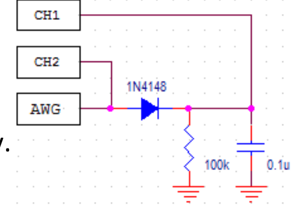




Abbildung 63: Schaltkreis Halbwellengleichrichter

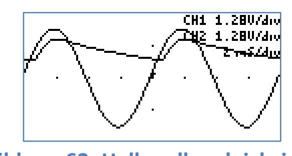


Abbildung 62: Halbwellengleichrichter

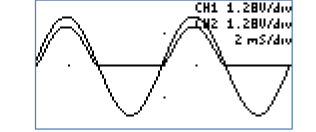
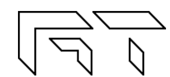


Abbildung 64: Kondensator entfernt

Theorie: Die Diode erlaubt dem Strom nur während der positiven Sinus-Halbwelle zu fließen. Die Ausgangsspannung ist ein wenig niedriger wegen des Spannungsabfalls über der Diode. Wenn die Spannung des AWG negativ ist, wirkt die Diode wie ein offener Stromkreis und der Kondensator wird über den Widerstand exponentiell entladen.



8.4 BJT (Bipolartransistor) Verstärker

1) Bauen Sie die Schaltung nach Abbildung 66 auf.
2) Setzen Sie die Zeitbasis auf 2ms/div.
3) Bewegen Sie die Position auf beiden Kanälen ganz nach unten (GND-Referenz-Grid ist unten am Screen).

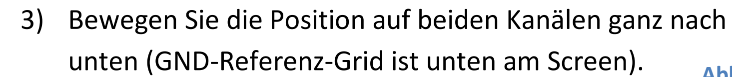


Abbildung 65: Verstärkerschaltung

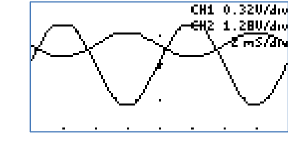


Abbildung 66: BJT Messungen

4) Setzen Sie CH1 auf 0.32V/div und CH2 auf 1.28V/div.
5) Setzen Sie den AWG auf Sinuskurve, 125Hz, 0.250V Amplitude.
6) Erhöhen Sie den Offset des AWG, bis die Kurve des CH2 auf dem Display zentriert ist. Das Display sollte wie in Abbildung 65 aussehen.

Theorie: Der Transistor muss in Durchlassrichtung vorgespannt werden; diesem Zweck dient der Offset des AWG. Die Ausgangsspannung ändert sich gemäß der Kennlinie: Änderungen des Eingangs bewirken große Änderungen des Ausgangs.

8.5 Komponenten-Kennlinien (V/I Kurven)

1) Bauen Sie die Schaltung nach Abbild 69 auf oder betätigen Sie den" CURVE"-Schalter bei den Portables.
2) Bei den Portables schalten Sie die Input-Schalter in die „DC"-Position.
3) Setzen Sie die Zeitbasis auf 500µs/div.
4) Setzen Sie den AWG auf Sinuskurve, 125Hz, 4V.
5) Setzen Sie die Kanalverstärkung auf beiden Kanälen auf: 0.64V/div oder 1.28V/div auf den Portables.
6) Gehen Sie in die CH2-Optionen und wählen Sie „SUBTRACT".
7) Versetzen Sie das Oszilloskop in den XY-Modus.





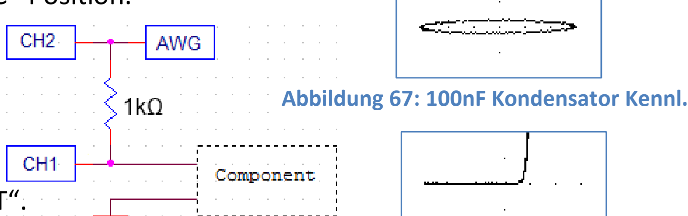


Abbildung 67: 100nF Kondensator Kennl.

Abbildung 69: Komponententester

Abbildung 68: 1N4148 Kennl.

Theorie: Ziel ist, die Spannung der Komponenten in Abhängigkeit vom Strom darzustellen. Durch die Benutzung des integrierten Funktionsgenerators und eines 1kΩ-Widerstandes können wir einen Strom durch ein Bauteil schicken. Die Spannung wird unmittelbar über CH1 gemessen. Der Strom durch das Bauteil ist derselbe wie der Strom durch den widerstand, die Spannung über dem Widerstand ist proportional zum Strom. Die Spannung über dem Widerstand ist gleich CH2-CH1. 1V auf dem Scope repräsentiert 1mA durch das Bauteil. Abbildungen 67 und 68 zeigen Beispiele von V/I Kennlinien.

8.6 Darstellung von Frequenzgängen (Frequenz-Plots)

Die AWG-Wobbelfunktion (Sweep) kann benutzt werden, um den Frequenzgang einer Schaltung darzustellen. Diese Methode ist nicht direkt ein BODE-Diagramm, da die horizontale Achse nicht logarithmisch, sondern linear ist.

1) Verbinden Sie den AWG mit dem Eingang und CH1 mit dem Ausgang.
2) Setzen Sie das Gerät in den FFT-Modus.
3) Wechseln Sie in die gewünschte Zeitbasis. Die Maximalfrequenz wird in der rechten oberen Ecke des Displays angezeigt.
4) Setzen Sie den AWG auf Sinuskurve.
5) Schalten Sie das Frequenz-Wobbeln (Sweep) ein.
6) Setzen Sie den AWG-Wobbelbereich auf 1:255
7) Stellen Sie das Display auf „persistent".

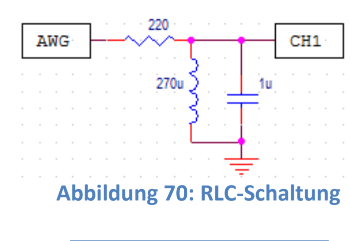


Abbildung 70: RLC-Schaltung

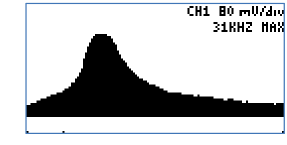
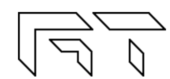


Abbildung 71: Frequenzgang

Abbildung 70 zeigt einen RLC-Schaltkreis und Abbildung 71 zeigt den Frequenzgang. Dieses Beispiel zeigt die vertikale Skala mit deaktivierter „LOG"-Funktion.



9. Updating der Firmware 

Diese Anleitung zeigt, wie die Firmware Ihres AVR XMEGA-basierten Gerätes „upgedated" werden kann. Es gibt zwei updating-Methoden. Die erste Methode erfordert einen externen Programmer. Sie können beide Verfahren benutzen, abhängig von Ihren Erfordernissen.

9.1 Firmware upgrade mit einem externen Programmer

9.1.1 Erforderliche Hilfsmittel

- AVRISP mkII, oderr ähnlichen PDI-fähigen Programmer
- AVR Studio 4 oder Atmel Studio 6 IDE (Integrated Development Environment)
- HEX and EEP Files für das Gerät, zu finden auf der Webseite für das Product (achten Sie auf das HEX Icon).

Ein regulärer AVR Programmer könnte nicht funktionieren, der Programmer muss PDI-fähig sein. PDI ist das neue Interface um XMEGA Microcontroller zu programmieren. Viele alten AVR-Programmer benutzen ISP, das nicht kompatibel mit dem XMEGA ist.

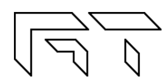
9.1.2 Anweisungen zur Installation

- Installieren Sie AVR Studio und den USB-Treiber
- Verbinden Sie den Programmer mit dem Computer und lassen Sie die Hardware automatisch installieren.

Eine detailliertere Anleitung zur Installationfinden Sie hier:
http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/AVRISPmkII_UG.pdf

9.1.3 Anleitung um die Firmware zu updaten

1. Starten Sie AVR Studio
2. Verbinden Sie das Kabel des AVRISP mit dem PDI-Stecker auf dem Board
3. Schalten Sie das Board ein
4. Drücken Sie den "Display the 'Connect' dialog" button: . Alternativ können Sie über das Menü auswählen: Tools-> Program AVR -> Connect -
5. Wählen Sie Ihren Programmer und den richtigen Port (AVRISP mkII und AUTO or USB)
6. Im „MAIN"-Tab wählen Sie das Gerät: ATXMEGA32A4U
7. Im Programmiermodus wählen Sie „PDI"
8. Um zu testen, ob alles in Ordnung ist, drücken Sie "Read Signature". Sie werden eine Mitteilung erhalten dass das Gerät der Signatur entspricht.
9. Gehen Sie zum „PROGRAM"-Tab
10. Im Flash-Abschnitt suchen Sie nach dem .HEX-File und klicken „Program"
11. Im EEPROM-Abschnitt suchen Sie nach dem .EEP-File and klicken „Program"
12. Gehen Sie zum „FUSES"-Tab und wählen Sie aus:
    - BODPD: Sampled, BODACT: Continuous, BODLVL: 2.8V, SUT: 4ms
13. Klicken Sie auf „Program"
14. Nach dem Updaten der Firmware müssen Sie das Gerät neu kalibrieren (siehe Abschnitt 1.6).



9.2 Firmware Upgrade über den Bootloader

9.2.1 Erforderliche Hilfsmittel

- Standard USB-Kabel Typ A auf Micro-USB.
- Atmel's FLIP Software: http://www.atmel.com/tools/FLIP.aspx.
- Flip Handbuch mit Treiberinstallationsanleitung: http://www.atmel.com/Images/doc8429.pdf.
- HEX und EEP Files für das entsprechende Gerät von der Herstellerseite (suche nach HEX icon).

9.2.2 Aktivierung des Bootloaders

Zunächst muss das Gerät ausgeschaltet werden. Drücken Sie anschließend den K1-Taster während Sie das Gerät einschalten:

- Bei den portablen Geräten müssen Sie K1 und gleichzeitig den MENU-Taster drücken.
- Bei den nicht-portablen Geräten drücken Sie K1, während Sie das Gerät über das USB-Kabel mit dem Computer verbinden.

Wenn das XScope den Bootloader gestartet hat, leuchtet die rote LED und blinkt mit der USB-Aktivität. Das XScope erscheint als neues Gerät auf dem Host-Computer, der erforderliche Treiber befindet sich im FLIP Programmordner.

9.2.1 FLIP Programmanweisungen

1) Starten Sie Flip.
2) Wählen Sie ATXMEGA32A4U in der Device Selection Liste.
3) Wählen Sie USB als Kommunikationsmedium
4) Öffnen Sie den USB-Port als Verbindung zum Ziel
5) Stellen Sie sicher, dass FLASH Buffer ausgewählt ist und setzen Sie Haken bei:
   ERASE, BLANK CHECK, PROGRAM, VERIFY.
6) Laden Sie das HEX file .hex
7) Drücken Sie RUN
8) Drücken Sie SELECT EEPROM
9) Laden Sie das HEX file .eep
10) Entfernen Sie die Haken bei ERASE und BLANK CHECK, es bleiben nur die Haken bei PROGRAM und VERIFY
11) Drücken Sie RUN
12) Drücken Sie START APPLICATION
13) Nach dem Updatevorgang müssen Sie das Gerät neu kalibrieren (siehe Abschnitt 1.6).

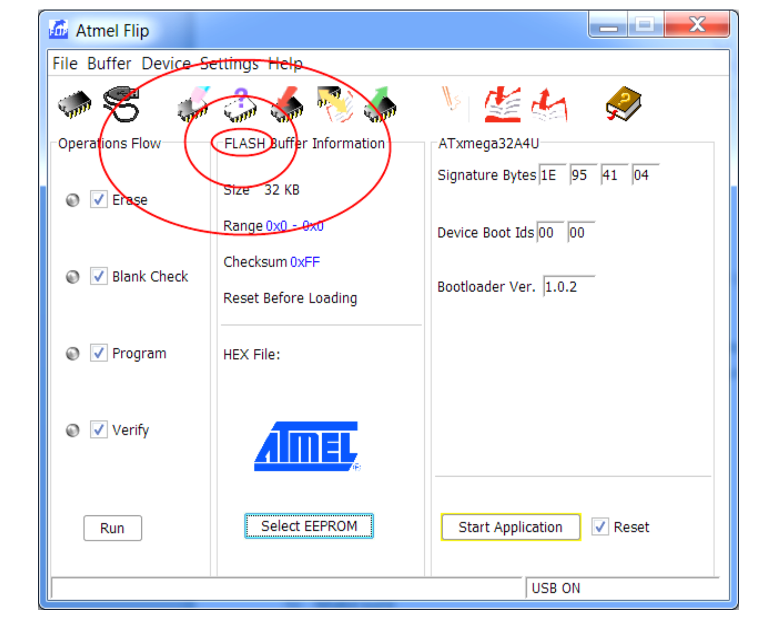



Abbildung 72: Flip Applikation

10. Häufig gestellte Fragen



1) Welche Hilfmittel brauche ich, um meine eigenen Programme für das XScope zu entwickeln?
Wenn Sie keine Debugfunktionen brauchen, ist nur ein normales Kabel nötig, um das Gerät zu programmieren. Wenn Sie Ihren Code debuggen möchten, brauchen Sie einen ext. Debugger wie den AVR JTAGICE mkII oder den AVR ONE!.

Software Tools:

- Integrierte Entwicklungsumgebung: AVR Studio 4 oder Atmel Studio 6
- Wenn Sie AVR Studio 4 benutzen wollen, ist der C-Compiler ein separates Paket, zu finden im WinAVR Paket.

2) Können der Funktionsgenerator und das Oszilloskop gleichzeitig laufen?
Ja, der AWG läuft im Hintergrund. Da DMA (Direct Memory Access) benutzt wird, kommt er ohne Eingriff der CPU aus.

3) Wie kann ich die nicht-portablen XScopes einschalten?
Das XScope kann über den Micro-USB-Port eingeschaltet werden. Alternativ kann eine 5V-Spannung (z.B. aus einem Netzteil) mit dem 5V-Pin verbunden werden. Verwenden Sie nicht ein 5V-Netzteil und USB gleichzeitig!

4) Kann das XScope mit dem Computer verbunden werden um das Oszilloskop zu steuern und die Daten zu auszulesen?
Ja, über das XScope PC Interface. Für die älteren Hardware-Revisionen 1.4 und 1.5 ist ein UART to USB cable erforderlich.

5) Kann ich das XScope über USB mit dem Computer verbinden, um Firmware-Updates zu machen?
Ja. Nur die alten Hardware-Revisionen (1.4 and 1.5) benötigen einen PDI-Programmer für Firmware-Updates.

6) Wieviel Strom können die nicht-portablen XScopes liefern?
Das XScope kann externe Geräte mit Strom versorgen. Hier sind die maximalen Ströme bei folgenden Spannungen:

+5V: Gleich dem Strom der Versorgungsspannung minus 60mA.
-5V: Ungefähr 50mA, muss aber abgezogen werden vom verfügbaren Strom des +5V-Anschlusses.
+3.3V: Ungefähr 200mA, muss aber abgezogen werden vom verfügbaren Strom des +5V-Anschlusses.

7) Was ist die Maximalfrequenz, die ich mit dem XScope messen kann?
Die analoge Bandbreite ist auf 200kHz gesetzt. Dennoch können Sie noch Frequenzen messen bis fast hinauf zu Nyquist/2, d.h. 1MHz. Die FFT-Analyse ist besonders hilfreich, um hohe Frequenzen zu messen.

8) Kann ich Spannungen über 20V messen?
Die portablen XScopes können 3.5mm-auf-BNC Adapter benutzen und mit einer Standard 10:1 Prüfspitze ausgestattet werden. Bei den nicht-portablen Geräten können Sie einen 9MΩ Widerstand in Serie mit dem Eingang legen. Weil die Eingangsimpedanz des Gerätes 1MΩ beträgt, wird die Spannung durch 10 geteilt (entspricht dem Einsatz der 10:1 Prüfspitze).

9) Sind die logischen Eingänge 5V-tolerant?
Nur bei den portablen Varianten, bei den nicht-portablen Varianten sind die logischen Eingänge nicht 5V-tolerant. Eine einfache Lösung wäre, einen 3kΩ Widerstand in Serie mit dem 5V-Signal zu legen. Dies funktioniert für Signale bis zu einer Frequenz unter 200kHz. Eine andere Lösung wäre der Einsatz eines Spannungswandlers wie dem 74LVC245.



10) Der Sourcecode sagt "evaluation version", kann ich die Vollversion bekommen?
Die Vollversion ist zurzeit nicht freigegeben. Der Sourcecode der Prüfversion enthält noch nicht die MSO-Applikation (Mixed- Signal-Oscilloscope), kann aber als Vorlage zur Entwicklung eigener Programme benutzt werden. Das HEX-File enthält die Vollversion des Oszilloskops, Sie können also jederzeit die Original-Firmware wiederderherstellen.

11) Es gibt eine neue Firmware für das XScope, wie kann ich updaten?
Folgen Sie den Anweisungen in Abschnitt 9.

12) Was sind Gemeinsamkeiten und Unterschiede des XScope im Vergleich zu anderen digitalen Oszilloskopen?
Sie konnen diese Vergleichtabelle überprüfen: http://www.gabotronics.com/resources/hobbyists-oscilloscopes.htm

11. Fehlerbehebung



Arbeitet das XScope nicht? Überprüfen Sie diese Tipps:

1) Die Einheit lässt sich nicht einschalten.
Wenn Sie die USB-Buchse zur Stromversorgung benutzen, versuchen Sie stattdessen, 5V mit einem anderen Netzteil zu verbinden.

2) Die Einheit lässt sich einschalten, aber das MSO arbeitet nicht.
Versuchen Sie die Werkseinstellungen wiederherzustellen: Drücken Sie K4 während des Einschaltens, dann wählen Sie "Restore".

3) Der Bildschirm wird nach einiger Zeit ausgeschaltet.
Der Screen-Saver ist aktiv. Die Zeit bis zum Einschalten des Screen-Savers kann in den Werkseinstellungen geändert werden (siehe Abschnitt 1.6).

4) Ich habe mein eigenes Xprotolab gebaut, aber ein bestimmter Taster funktioniert nicht.
Das könnten kurzgeschlossene Pins des Microcontrollers sein. Überprüfen Sie auf Lötrückstände oder Lötbrücken. Ein Stück Entlötlitze könnte helfen.

5) Beim Einschalten bleibt der Eingangsbildschirm lange Zeit stehen (mehr als 4 Sekunden).
Der Quarz ist defekt oder die Anschlüsse des Quarz sind kurzgeschlossen.

6) Es arbeitet immer noch nicht!
Wenn Sie ein Multimeter haben und einen reparaturversuch unternehmen wollen, prüfen Sie die folgenden Spannungen. Wenn eine der Spannungen abweicht, könnte ein Bauteil defekt sein.

- Spannung an +5V sollte zwischen +4.75 and +5.25V sein
- Spannung an -5V sollte zwischen -4.75 and -5.25V sein
- Spannung an +3.3V sollte zwischen +3.2 and +3.4V sein
- Spannung an Pin 8 von U3 sollte zwischen +2.00 und +2.09V sein

TIP Wenn die Einheit mit mehr als 5.5V versorgt wird, ist der negativ-Spannungsregler das erste Bauteil, das zerstört wird.

Wenn alles schief geht und das Gerät unter Garantie ist, können Sie es zur Reparatur zurück schicken.



12. XScope Design

12.1 Systemarchitektur

XScope benutzt viele Ressourcen und Peripherie des XMEGA Microcontrollers. Abbildung 73 zeigt das Architektur-Blockdiagramm des XScope

System Architecture
Timer TCE0 For ADC
Event CH0
Timer TCC1 Trigger timeout
Timer TCC0 Post Trigger & UART sniffer
Analog Input CH0
CH0 Gain Stage
ADC CH0
DMA CH0
USART D0
OLED Display
Analog Input CH1
CH1 Gain Stage
ADC CH1
DMA CH1
SRAM
Digital Inputs
PORTC
DMA CH2
AWG amplifier
DAC CH0
DMA CH3
USB DMA
USB
Timer TCD0 For DAC
Event CH3
Timer TCD1 for refresh rate
Timer RTC Screensaver time check
PORTA
Tactile Switches
ATXMEGA32A4U

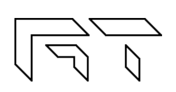
Abbildung 73: XScopes Architektur-Blockdiagramm



12.2 Schaltpläne

Abbildung 74: Xprotolab Schaltplan

Abbildung 75: Xminilab Schaltplan



www.gabotronics.com